











كلية الهندسة

## المعايير التصميمية المعمارية والعمرانية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

رسالة مقدمة

لنيل درجة الماجستير

في العمارة

من

المهندسة/ مي فوزي فريد عبد المقصود

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي





كلية الهندسة

المعايير التصميمية المعمارية والعمرانية  
لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

رسالة مقدمة

لنيل درجة الماجستير

في العمارة

من

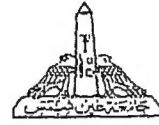
المهندسة/ مي فوزي فريد عبد المقصود

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي







كلية الهندسة

رسالة ماجستير

مقدمة من المهندسة: مي فوزي فريد عبد المقصود  
بعضان : المعايير التصميمية المعمارية والعمرانية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

الدرجة : الماجستير

لجنة الاشراف : الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي

لجنة الحكم:

١٢١

١- السيد الأستاذ الدكتور/ محمد أبو المجد محمود

أستاذ - كلية الهندسة - جامعة الأزهر

١١١

٢- السيد الأستاذ الدكتور/ محمد أيمن عاشور

أستاذ مساعد - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

١١١

٣- السيد الأستاذ الدكتور/ علي فؤاد الفرماوي

أستاذ التصميم المعماري - كلية الهندسة - جامعة عين شمس

تاريخ المناقشة : ٢٠٠١/١٢/١٠

الدراسات العليا :

أجيزت الرسالة بتاريخ ٢٠٠٢ / ٢ / ٢

ختم الإجازة

موافقة مجلس الجامعة

٢٠٠٢ / /



موافقة مجلس الكلية

٢٠٠٢ / ٣ / ١١



## شكر وتقدير

يسر الباحثة أن تتقدم بالشكر الى أساتذة قسم الهندسة المعمارية بكلية الهندسة - جامعة عين شمس - لمنحها الفرصة لإعداد هذه الدراسة وحسن تعاونهم وتخص بجزيل الشكر السيد الأستاذ الدكتور / علي فؤاد الفرماوي وذلك على صدق تعاونه وحسن إرشاده وتوجيهاته السديدة التي كان لها أكبر الأثر في إثراء هذه الدراسة وتأكيد قيمتها العلمية .

كما تتوجه بالشكر لكل من ساهم بالرأي والعون لإخراج الرسالة في صورتها النهائية وتخص بالذكر السادة الزملاء العاملين بالهيئة القومية للأنفاق والله ولى التوفيق

مي فوزي فريد عبد لامقصود



## فهرس الموضوعات

الصفحة	الموضوع
أ	المقدمة
١	الباب الأول: حدود البحث
٢	الفصل الأول
١	١ البناء تحت الأرض
٣	٢-١ تمهيد
٥	٣-١ المميزات والتحفظات على الإنشاء تحت الأرض
١٠	٤-١ مميزات إقامة مشاريع نقل جماعي سريع تحت الأرض
١٣	٥-١ المكاسب البنية لمشاريع النقل الجماعي تحت الأرض
١٥	الفصل الثاني
٢	٢ مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض
١٦	١-٢ مقدمة
١٦	٢-٢ مجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات ركاب تحت الأرض
٢٢	٣-٢ خلاصة
٢٣	الباب الثاني: التعمق في فهم طبيعة محطات نقل الركاب تحت الأرضية
٢٤	الفصل الثالث
٣	٣- التعريف بمشروع "مترو الأنفاق"
٢٥	١-٣ تمهيد
٢٦	٢-٣ الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب علي خطوط السكك الحديدية
٤٠	٣-٣ خلاصة
٤١	الفصل الرابع
٤	٤- المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض
٤٢	١-٤ تمهيد



٤-٢-	العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض -	٤٣
٤-٣-	المعالجات المعمارية المفضلة لمعالجة فراغات المحطات تحت الأرضية -----	٥٣
٤-٤-	أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية -----	٦١
٤-٥-	الخلاصة -----	٦٢
٦٧	الباب الثالث: إستنباط بعض المعايير التصميمية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض -	
٦٨	الفصل الخامس -----	
٥-	مشاريع عالمية لخطوط السكك الحديدية تحت الأرضية	
٥-١-	مقدمة -----	٦٩
٥-٢-	مشروع مترو كراكاس - فتزويلا -----	٧٠
٥-٣-	مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن أستراليا-----	٧٧
٥-٤-	مشروع كوبري ومحطة الأميديا - كاليفورنيا-----	٨٥
٥-٥-	مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الارضية -----	٨٨
٥-٦-	مشروع محطة روتردام بلاك-هولندا -----	٨٩
٥-٧-	مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك- أسبانيا -----	٩٢
٥-٨-	محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي- ليون -باريس-فرنسا-----	٩٧
٥-٩-	تحليل الأمثلة المعروضة -----	٩٩
١١٤	الفصل السادس -----	
٦-	دراسة حالة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى	
٦-١-	تحديد حجم وأبعاد مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى مع التعرض لأهم الحلول المقترح -----	١١٥
٦-٢-	شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى -----	١١٧
٦-٣-	التصميم المعماري لمحطات الخط الأول -----	١٢٢
٦-٤-	التصميم المعماري لمحطات الخط الثاني- شبرا الخيمة -الجيزة -----	١٢٥
٦-٥-	المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى -----	١٣٠

١٣٢	-----	٦-٦ - تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى
١٥٠	-----	٦-٧ - خلاصة
١٥١	-----	الفصل السابع
	-----	٧- النتائج والتوصيات
١٥٩	-----	ملحق- مساقط أفقية للمحطات
١٦٦	-----	المراجع الأجنبية
١٧٢	-----	المراجع العربية
١٧٣	-----	فهرس الأشكال
١٧٥	-----	فهرس الجداول



## مستخلص الرسالة

الإسم : مي فوزي فريد عبد المقصود

الدرجة : الماجستير

القسم : العمارة

الكلية : الهندسة

سنة التخرج : ١٩٩٣

يتناول البحث موضوع أهمية البناء تحت الأرض وخاصة مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض حيث زاد الاهتمام العالمي في هذا الاتجاه في الثلاث عقود الأخيرة من القرن العشرين. وذلك عن طريق أولاً: فهم طبيعة مشاريع محطات نقل الركاب بالسكك الحديدية، ومنها يتم استنتاج العناصر الرئيسية المكونة للمحطات وهي: المداخل وصالة التذاكر وأرصفت انتظار القطارات. ثانياً: تحليل المعايير التصميمية والمعالجات المعمارية التي اتبعتها المصممون المعماريون عند تصميم مباني عامة تحت الأرض ومنها يتم استنباط بعض المعايير والمعالجات المعمارية عند تصميم العناصر الثلاثة المكونة للمحطة المذكورة أعلاه. ثالثاً: تحليل المقارن بعض الأمثلة العالمية من أستراليا، وأمريكا الشمالية وأمريكا الجنوبية، وأوروبا لمشاريع خطوط سكك حديدية للنقل الجماعي يتخللها محطات تحت أرضية، ومن هذا التحليل المقارن أمكن استنباط بعض المعايير لنسب مساحات العناصر الثلاثة الأساسية المكونة للمحطة منسوبة للمساحة الكلية للمحطة. رابعاً: الشرح التفصيلي لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى والتصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية، مع المقارنة فيما بينهم بعضهم البعض لاستنباط نسب مساحات العناصر الأساسية المكونة للمحطات منسوبة الى المساحة الكلية للمحطة. وأخيراً يعرض البحث مقارنة لنتائج تحليل المشاريع العالمية مع نتائج تحليل المشروع المحلي حتى يمكن تقييم التجربة المصرية والوصول الى النتائج التي قد تساعد في تقنين المعايير التصميمية لمحطات نقل الركاب تحت الأرضية.

## ملخص

### المقدمة:

يتناول هذا البحث المعايير التصميمية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض حيث يُعرض في الفقرات القادمة أسباب اختيار موضوع البحث والمنهج العلمي المتبع في كل خطوة من خطوات تطور البحث

من أسباب اختيار موضوع البحث أن مشروعات "مترو الأنفاق" أو بمعنى أشمل : أنفاق النقل الجماعي تحت الأرض حديثه التناول على المستوى العالمي حيث لا يتعامل معها الرأي الهندسي العالمي على أنها مشروعات فردية ولكن على أنها شبكة من المشروعات والطرق المتكاملة ، ومصر كبقية دول العالم تسعى لتحقيق الهدف من هذه المشروعات وهو : الوصول الى صورة مرضية لمشاريع النقل العام ككل عن طريق إنشاء شبكة من خطوط مترو الأنفاق والتكامل مع باقي مشروعات النقل.

الهدف الرئيسي للبحث هو التعمق في فهم طبيعة مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض وتحديد المعايير التصميمية لهذه النوعية من المشروعات التي تتناسب مع طبيعة المشروع وطبيعة البيئة المحلية والثقافة المصرية والمستوى الاقتصادي بما تخضع له العوامل السابقة من متغيرات. وذلك عن طريق تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى ( خط الأول - خط الثاني) مقارنة بمشاريع مشابهة عالمية ومعايير التصميم العامة للمباني تحت الأرض.

بداية يتعرض البحث في الفصل الأول لأسباب تنامي اتجاه الفكر العالمي الى الإنشاء تحت الأرض بصفة عامة ومميزات الإنشاء تحت الأرض المعمارية والبيئية والاقتصادية ١٠٠٠ الخ ومميزات إقامة مشاريع النقل الجماعي السريع تحت الأرض. في الفصل الثاني يقدم البحث مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي العلمية (هندسية وصحية وتخطيطية ١٠٠٠ الخ) للإنشاء تحت الأرض وبالأخص محطات الركاب وذلك للتعرف على نواحي الاكتفاء والنقص في هذه المجالات ومعرفة مدى جودة البحث المقدم. يتعرض البحث في الفصل الثالث لمفهوم مشروع نقل الركاب بخطوط السكك الحديدية عامة ومشروع مترو الأنفاق بالأخص ويقوم بتحديد العناصر الرئيسية المكونة للمشروع والأنماط التصميمية للمحطات مصنفة حسب مسار الخط ومناسيبه أو بناءً على موقع المحطة بالنسبة للخط و موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه خط السكك الحديدية.

يتناول الفصل الرابع بالعرض المشاكل التي تواجه المصمم المعماري عند تصميمه لفراغ تحت الأرض والأنماط التصميمية التي اتبعها المصممون لمعالجة المشاكل التي واجهتهم عند تصميم عناصر المبنى الرئيسية (مداخل - ممرات - فراغات عامة - فراغات عمل ١٠٠٠ الخ) والنظريات المعمارية التي تحكم

العملية التصميمية وانعكاس تلك النظريات على بعض العناصر لأمثلة لمحطات نقل ركاب تحت الأرض وذلك عن طريق اتباع المنهج الاستقرائي لاستنتاج المعايير التصميمية للفراغات تحت الأرضية. يتناول الفصل الخامس عرض ومقارنة لسبعة مشاريع أجنبية لتحليل العناصر المعمارية والفراغية المكونة لمحطات نقل الركاب تحت الأرض ثم التوصل إلى النقاط المشتركة بين تلك المشاريع أو المتنافرة منها.

يتناول الفصل السادس وصف لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى - الخط الأول والخط الثاني ثم تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى - الخط الأول والخط الثاني في ضوء النتائج المستنبطة من الفصلين الرابع والخامس

وأخيراً يتم في الفصل السابع تجميع للنتائج المستنبطة من سياق البحث ككل ثم عرض التوصيات التي تساهم في إرساء بعض المعايير التصميمية لفراغات محطات نقل الركاب تحت الأرض.

## منهج البحث

### ١- المنهج التاريخي:

يتبع بحث منهج التاريخي في الفصل الأول والثاني والثالث حيث يتم مسح شامل للمنتاحات المنشأة انقائمة أو محظوظ إقامتها في الربع الأخير من القرن العشرين مع استعراض الاهتمام العالمي بهذه النوعية من المشروعات كحكومات وسياسات بالإضافة إلى استعراض الاهتمامات البحثية في مختلف المجالات العلمية هندسية وصحية واقتصادية مع ذكر أمثلة لهذه الاهتمامات حيث يتم المسح عن طريق عدة قنوات منها:

- شبكة الإنترنت
- مسح بواسطة الباحثة للدوريات المتخصصة والكتب الصادرة في جزئية الأنفاق
- مسح بواسطة الباحثة للمؤتمرات العلمية العالمية والمحلية
- مقابلات الشخصية لبعض الخبراء المصرية في ذات المجال
- الاستعانة بالمكاتب الاستشارية المصممة للخط الأول والثاني (مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى)

وذلك لتجميع أكبر قدر من المعلومات المتعلقة بالثلاث جزئيات السابقة وهي:

- الإنشاء تحت الأرض
- الاهتمامات البحثية لموضوع الإنشاء تحت الأرض

- مفهوم مشروع مترو الأنفاق لتقريب مفهوم مشروع نقل الركاب تحت الأرض إلى الأذهان بصورة شاملة كمقدمة لإنشاء محطات نقل ركاب تحت الأرض.

## ٢- المنهج الاستقرائي:

يتم اتباع هذا المنهج في الفصل الرابع والخامس عن طريق التعرض لبعض المعايير التصميمية المتبعة في تصميم الفراغات المعمارية تحت الأرضية ثم مشاريع النقل تحت الأرض مثل: مترو الأنفاق في بعض الدول الأوروبية، أستراليا وأمريكا الجنوبية حيث يتم عرض مفصل لهذه المشاريع مع استنتاج المعايير التصميمية التي ساعدت على نمو الفكرة التصميمية الى الصورة النهائية

## ٣- المنهج التحليلي المقارن

يتم اتباع هذا المنهج في الفصل السابع حيث يتم التحليل المقارن لكيفية تصميم العناصر المعمارية والعمرانية لتلك المشروعات وما يماثلها.

## ٤- دراسة حالة

مسترو أنفاق القاهرة الكبرى (الخط الأول - الخط الثاني) ومقارنته مع نتائج الفصل الخامس للوصول في النهاية الى نتائج وتوصيات هذا البحث.

## الباب الأول

### حدود البحث

وفيه يتم التعرف على ماهية البحث وأهميته وموقفه وجدته في مجالات البحث العلمي ويتكون من:

#### الفصل الأول: البناء تحت الأرض

ويعرض فيه المميزات والتحفظات على البناء تحت الأرض ثم مميزات إقامة مشاريع النقل الجماعي السريع تحت الأرض والمكاسب البيئية لمشاريع النقل الجماعي تحت الأرض

#### الفصل الثاني: مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات

#### الركاب تحت الأرض

ويعرض فيه مجالات الاهتمام المختلفة للبحث العلمي للبناء تحت

الأرض

## الفصل الأول

### البناء تحت الأرض

- أهمية إقامة مشاريع النقل الجماعي تحت الأرض على المستوى العالمي
- المميزات والتحديات على الإنشاء تحت الأرض
- مميزات إقامة مشاريع النقل السريع الجماعي تحت الأرض
- المكاسب البيئية لمشاريع النقل الجماعي تحت الأرض

## السباب الأول

### الفصل الأول

#### ١- البناء تحت الأرض

##### ١-١- تمهيد

يتجه المعماريون للبناء تحت الأرض سواء على المستوى العالمي أو المحلي، لما يقدم من حلول تضمن سهولة توزيع استعمالات الأراضي في زمن تتعاضد فيه مشاكل تضخم السكان. وعلى الرغم من أن الكثافة السكانية العالمية ليست عالية فإننا نلاحظ أن توزيع السكان على الخريطة العالمية غير متوازن حيث أن مساحات واسعة من العالم غير مأهولة (صحراء - جبال - مناطق مستجمدة) (شكل ١-١) ومن المتوقع أن تصل نسبة ساكني المناطق الحضرية على المستوى العالمي إلى ٧٠% من سكان العالم<sup>(١)</sup> وبالإضافة إلى أنه من الضروري الاحتفاظ بمساحات زراعية وصناعية لإنتاج ما يستهلكه سكان العالم. هذا يعني أن المساحات المتاحة المخصصة للمناطق الحضرية يجب أن تستوعب الأنشطة التالية: (سكنية لأكثر من ٧٠% من سكان العالم - مواصلات - خدمات تجارية وتعليمية وصحية.... الخ) مما يؤثر على سعر الأرض وقد وصل ثمن الأرض في مدينة طوكيو في اليابان إلى أكثر من ٩٥% من التكلفة الكلية للمشروع<sup>(٢)</sup>. بالإضافة إلى ما سبق ترجع ندرة الأراضي المتاحة للمشروعات المستحدثة إلى تخصيص الأرض لاستعمالات أخرى مثل السياحة على سبيل المثال نظراً لأهمية المكان التاريخية أو الثقافية لتحليل ماضى زمنية أو محميات طبيعية أو منزهات... الخ. لذا يعتبر البناء تحت الأرض واحدة من الوسائل القليلة التي تساعد في التنمية المستقبلية حيث تضمن إمكانية إضافة أية احتياجات خدمية جديدة دون التأثير على البيئة السطحية

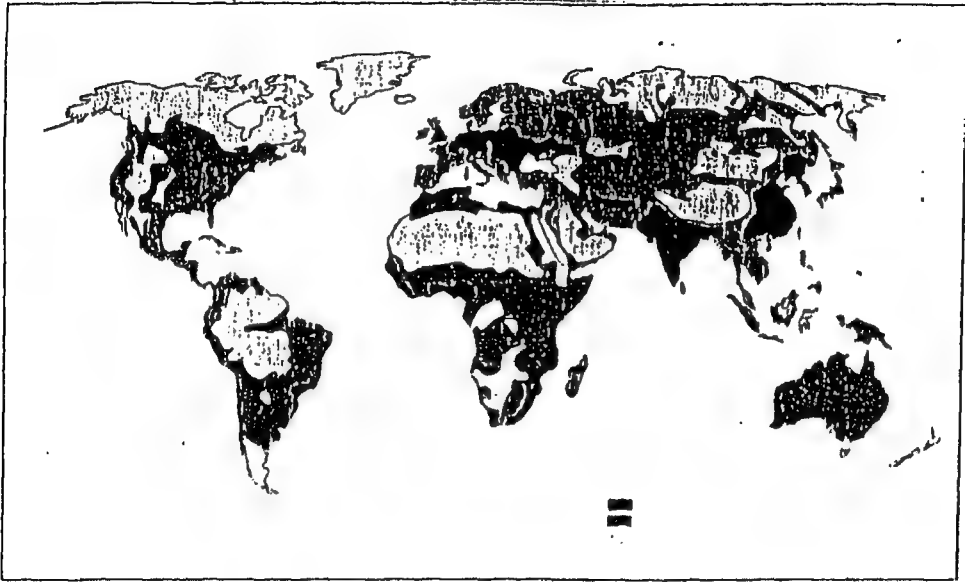
##### ١-٢- أهمية إقامة مشاريع النقل الجماعي تحت الأرض على المستوى العالمي.

من أسباب تشجيع إنشاء مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض هو زيادة عدد سكان المدن. ففي عام ١٩٥٠<sup>(٣)</sup> كان يوجد سبع مدن فقط على مستوى العالم يزيد تعداد السكان فيها عن خمسة ملايين نسمة وفي عام ١٩٨٤ وصل عدد المدن إلى ٣٤ مدينة (يزيد تعدادها خمسة ملايين نسمة) ومن المتوقع أن يصل عدد المدن إلى ٩٣ في عام ٢٠٢٥ و ٨٠ مدينة من الثلاثة والتسعون سوف تصبح حالات حرجية منها مدينة القاهرة قد تصل إلى ٢٠ - ٣٠ مليون نسمة. (شكل ١-٢) مع العلم أنه قد وصلت مدينتي القاهرة والإسكندرية إلى المركز العاشر والحادي العاشر على المستوى

(1) Sterling, R.L. - Carmody, J. Underground Space Design, P5  
Ibid., P.6

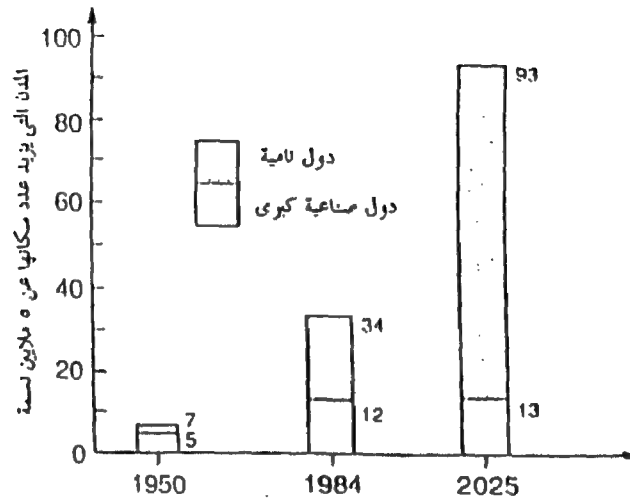
(٢) المرجع السابق صفحة ٦

(٣) المرجع السابق



شكل (١-١) <sup>(١)</sup> خريطة التوزيع السكاني العالمي

المصدر: موسوعة كتاب العالم عام ١٩٨٨



شكل (٢-١) <sup>(١)</sup> يوضح الزيادة السكانية المتوقعة حتى عام ٢٠٢٥ م

(١) المرجع السابق صفحة ٥

(2) Bergman M , The development and utilization of subsurface Space

Tunneling and Underground Space Technology VI (2) P.115:144 .1986



العالمي من حيث الكثافة السكانية وذلك في دراسة أجريت عام ١٩٨٥م<sup>(١)</sup>. يحتم التضخم السكاني المتوقع لمدينة الدول النامية استخدام أحد الحلول التالية لحل مشكلة تشبع الطرق بالمركبات ( سواء خاصة أو عامة أو خطوط سكك حديدية الخ ) ولتلبية الاحتياجات المتزايدة في النقل:

(١) مترو أنفاق Subways

(٢) خطوط سكك حديدية خفيفة light rail systems ذات أجزاء خاصة تحت الأرض. الجدول (١)<sup>٢</sup> يوضح حصر تقريبي للخطط المستقبلية لمشاريع النقل العام للتوعين السابقين حيث يعطي مؤشر لاتجاه المخططين وصانعي القرار على المستوى العالمي

### ١-٣-المميزات والتحديات على الإنشاء تحت الأرض

تتعلق المميزات والتحديات المذكورة فيما يلي جميعها (مباشرة أو غير مباشرة) بوجود المبنى في بيئة معزولة (تحت سطح الأرض) وهي إما تخص البيئة السطحية أو للنشاط الذي يمارس في المبنى تحت الأرض

#### ١-٣-١ - عدم إشغال موقع فوق سطح الأرض

من خصائص المباني تحت الأرض أنها غير مرئية (غير متواجدة في البيئة السطحية) مثل المباني التقليدية السطحية وهذه الخاصية تعتبر ميزة في عدة ظروف منها:

- التواجد في مناطق ذات ضبيعة نادرة غير مرغوب تدخل الإنسان فيها (محميات طبيعية - مناطق أثرية )

- مناطق ذات قيمة تاريخية وطابع معماري يصعب اقتحامه بمبنى جديد وغالبا تكون هذه المناطق ذات نشاط سياحي وعائد استثماري كبير يعادل التكلفة العالية للمنشآت تحت الأرض ويكون المستفيد الأول في هاتين الحالتين هو البيئة السطحية (منفعة عامة).

- تجنب المشكلات القائمة على السطح في الأماكن المزدحمة أو ذات الكثافة السكانية

العالية

(١) المرجع السابق صفحة ٧

(2) Bergman, M., *The Development and Utilization of the Subsurface Space*. In *Tunnelling and Underground Space Technology* V1 (2) Pp 115 144 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1986.

جدول (١-١) الخطط المستقبلية والمشاريع القائمة للنقل الجماعي (مترو أنفاق - سكك حديدية خفيفة) في معظم المدن ذات الكثافة السكانية العالية

الدولة	المدينة	تعداد السكان (بالمليون) عام ١٩٨٠	الحالة
الصين	بيجينج	٧,٨	تم تشغيل نظام كامل مترو ٤٠ كم - تحت الإنشاء ١٣ كم
	هارين	١,١	تم تشغيل نظام كامل مترو ٩ كم - تحت الإنشاء ٢٤ كم
	تيانجين	٣,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ١٢ كم
	جانزهو	٣,٤	تحت الإنشاء ٣٣ كم
هونج كونج		٤,٥	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٦ كم - تحت الإنشاء ١٢,٥ كم
الهند	كالكا	١٠	تم تشغيل نظام كامل مترو ١٦,٤ كم - تحت الإنشاء ٨,١ كم
	بومباي	٦	مخطط إنشاء خطان بطول ٧٨,١ كم
	مدراس	٣	تحت الإنشاء ٨,٤ خط سكة حديد خفيفة+أنفاق
كوريا الجنوبية	سول	٨,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٣,٧ كم
الأرجنتين	بيونيس أيرس	٨,٤	تم تشغيل نظام كامل مترو ٣٤ كم - تحت الإنشاء ٤,٩ كم
البرازيل	ريو دي جينيرو	٩	تم تشغيل نظام كامل مترو ٣٠ كم
	ساو باولو	٦,٣	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٤ كم - تحت الإنشاء ٧ كم - مخطط ١٣٩ كم
شيلي	سنتياجو	٤	تم تشغيل نظام كامل مترو ٢٣,٣ كم

فتويلا	كاراكاس	٣,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ١٢,٣ كم - تحت الإنشاء ١٨,٧ كم
المكسيك	المكسيك	٩,٢	تم تشغيل نظام كامل مترو ١١١,٤ كم - مخطط أن يصل الى ٤٠٠ كم بنهاية عام ٢٠٠٠
سنغافورة		٢,٤	تم تشغيل نظام كامل مترو ١١١,٤ كم ومخطط أن يصل الى ٤٠٠ كم بنهاية عام ٢٠٠٠
تيلاند	بانكوك	٤,٥	٥٩ كم (مترو)
الجزائر	الجزائر	١,٣	درس ٢٢ كم (مترو) لم ينفذ
ساحل العاج	أبيدجان	١	مخطط إقامة ٣٦ كم سكك حديدية سريعة منها ٣,٥ كم تحت الأرض
تونس	تونس	٠,٩	تحت الإنشاء ٣٠ كم (جزئياً تحت الأرض)

### ١-٣-٢-الاقتصاد في استخدام الأرض المتاحة

البناء على نفس مساحة الأرض مبنى خدمي تحت الأرض بالإضافة الى استخدام سطح الأرض في بناء مبنى تقليدي عام أو خاص أو تخصصه للطرق أو الشوارع الفرعية يزيد من كفاءة استغلال مسطح الأرض و هذا أيضا يحد من الزيادة المطردة في أسعار الأراضي.

### ١-٣-٣-العزل والحماية

#### ١-٣-٣-١-العزل الحراري

سواء كانت درجة الحرارة السائدة في (الناخ العام المقام فيه المبنى) مرتفعة أو منخفضة فإنه بسبب طبقة التربة السميكة المحيطة بالخروابط الخارجية للمبنى تقل كمية الحرارة المكتسبة أو المفقودة عن طريق المحيط الخارجي للمبنى (ما يعادل الواجهات الخارجية للمباني التقليدية). عند قياس درجات الحرارة للتربة أثناء شهور السنة (شكل ١-٣) وجد أنه تزيد درجة الحرارة عن المعدلات الطبيعية للجو فوق سطح الأرض في فصل الشتاء وتقل عن المعدلات الطبيعية في فصل الصيف بحيث ينتج منحني أقرب الى الخط المستقيم الذي يعبر عن درجة حرارة شبه ثابتة طوال فصول السنة مما يعني أن الفراغ تحت الأرض يكون محاط ببيئة متوازنة حراريا لا تكلف المبنى أحمالاً حرارية كما هو الوضع في المباني التقليدية مما ينعكس على الطاقة المستنفذة<sup>(١)</sup>.

إلا أنه لابد من الإشارة الى أن انسي لابد أن يعتمد على التهوية الميكانيكية لسحب مستمر للهواء من خارج المبنى بحيث يتجدد الهواء باستمرار وهذه العملية تحتاج الى وجود أجزاء من المبنى متصلة بالهواء الخارجي لتخليق مسارات للهواء المطلوب وقد يتصل نظام التهوية بتكييف الهواء للتحكم في درجة الحرارة إذا لزم الأمر.

#### ١-٣-٣-٢-عزل الضوضاء

طبقة قليلة السمك من التربة كفيلة بعزل المبنى كليا عن الضوضاء المنقولة بالهواء من السطح، لذا تكون طبيعة المبنى من الداخل هادئة إلا في حالة أن النشاط القائم داخل المبنى يولد ضوضاء. والعكس أيضا صحيح حيث أن الضوضاء المتولدة داخل المبنى لا تصل الى البيئة السطحية. ومن المعروف أن مستوى الضوضاء المتولدة من مشروعات السكك الحديدية عالي ومؤثر على البيئة المحيطة به وغالباً ما تتحول المنطقة المحيطة بخطوط السكك الحديدية الى مناطق غير مرغوب استخدامها

في الاستعمالات السكنية أو الخدمية (مكاتب - مدارس - أسواق ١٠٠٠ الخ). وعليه يكون أولى المشروعات بأن تقام تحت الأرض هي مشروعات السكك الحديدية لتقليل تأثيرها الضوضائي

#### ١-٣-٣- الحماية من أخطار الزلازل

تتمتع المباني تحت الأرض بمقاومة أعلى للزلازل وذلك للأسباب الآتية:

- ١- المباني تحت الأرضية لا تتعرض بنفس القوة للموجات السطحية التي تتعرض لها المباني السطحية في أوقات.
- ٢- عامة تصمم المباني تحت الأرض لتحمل أحمال كبيرة من التربة المحيطة لذا تكون في نطاق التصميم الآمن للزلازل.
- ٣- من أسس التصميم الإنشائي أن تتمتع المنشآت تحت الأرض بمرونة عالية لتحرك مع التربة فلا خوف من حركة التربة أثناء الزلزال

#### ١-٣-٣-٤- الحماية من الحريق

على عكس المباني التقليدية تحاط المباني تحت الأرض بالتربة من جميع الجوانب فتتعدم احتمالية انتقال حريق من أي مبنى مجاور. وهذا شائع في المباني السطحية خاصة في الأماكن ذات كثافة سكانية عالية وسأى لتلاصقة. ولكن تحتاج عملية الحماية من الحريق المنتسب من داخل المبنى الى احتياطات وتدابير أكثر تعقيدا من المباني التقليدية. وسوف تدرس بإسهاب في الفصل الرابع

#### ١-٣-٣-٥- تأمين المبنى

يتميز المبنى المقام تحت الأرض بسهولة تأمينه فعدد مداخل المبنى تحت الأرض تكون محدودة وبسهل تأمينها وذلك بالإضافة الى عدم القدرة على اختراق المبنى او الدخول بطرق غير مشروعة (من الأسطح الخارجية) نظرا لانعزال المبنى كليا بواسطة التربة المحيطة.

وعلى الرغم من الميزة السابق ذكرها إلا أن هذا الانعزال له تأثيرات نفسية وفسيولوجية لشاغلي المبنى لأوقات طويلة<sup>(١)</sup> (موظفي التشغيل) حيث أن الوجود في فراغ دون أي اتصال خارجي عن طريق شبائيك مفتوحة على البيئة السطحية (اتصال بصري وسمعي) والإحساس المنقول من الصورة

الذهنية للوجود في باطن الأرض (الرطوبة والظلام) يزيد الإحساس بالإرهاق الجسماني وعدم الإقبال

على ممارسة العمل الموكل الى الموظف<sup>(١)</sup>. أما بالنسبة لزائر المبنى لدقائق معدودة (الراكب) فإن انزال المبنى كلياً عن البيئة الخارجية يعطي الإحساس بعدم التوجيه Disorientation. ويلقى هذا التحفظ على المعماري عبء معالجة الفراغات الداخلية ليتلافى هذه العيوب السابق ذكرها وأيضاً سوف يتناول البحث هذه الجزئية في الفصل السادس.

### ١-٣-٤- بقلة الصيانة للجسم الأساسي للمبنى

يتميز المنشأ المقام تحت الأرض بقلة الصيانة وذلك لعدم تعرض المبنى لفرق درجات الحرارة بين الصيف والشتاء والليل والنهار مما يزيد من العمر الافتراضي للمبنى. بالإضافة الى عدم وجود الواجهات والأسطح الخارجية المتعرضة للعوامل الجوية والأدخنة والأتربة كما في المباني التقليدية مما يوفر جزء لا يستهان به من تكلفة الصيانة.

### ١-٤-٤- مميزات إقامة مشاريع نقل جماعي سريع تحت الأرض<sup>(٢)</sup>

تمتيز مشاريع النقل الجماعي السريع المنشأة تحت الأرض بسرعات عالية نظراً لعدم وجود تقاطعات وسعة نقل ركاب عالية ودرجة أمان عالية حيث تقل نسبة حوادث الطريق الى درجة كبيرة نظراً لاستخدام التقنية العالية في التشغيل بالإضافة الى عدم وجود تقاطعات أو اعتراضات من وسائل مواصلات أخرى أو طرق سريعة أو حركة مشاة.

يوضح شكل (١-٤)<sup>(٣)</sup> ارتفاع عدد ركاب مواصلات النقل العام بعد تشغيل أول خط نقل جماعي تحت الأرض في بروكسل عاصمة بلجيكا مما يوضح أن هذا المشروع أصبح نقطة جذب للمواطنين، ويوضح الشكل أيضاً زيادة الميل العام الى تملك السيارات الخاصة الذي أدى بعد ذلك الى تشبع الطرق وحوادث الاختناقات المرورية.

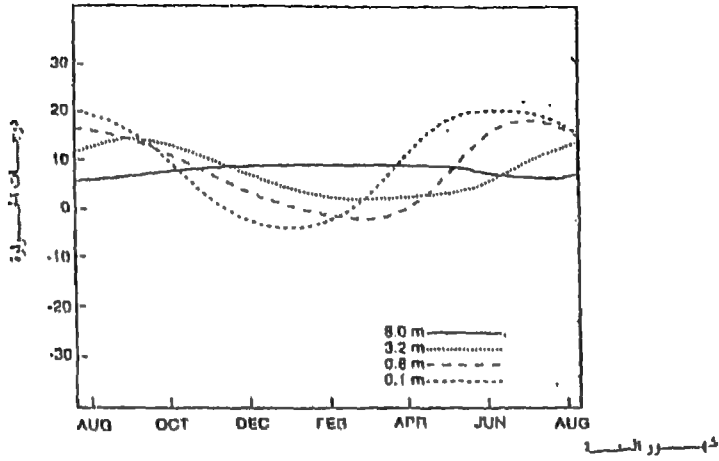
يوضح شكل (١-٥)<sup>(٤)</sup> الزيادة المطردة والسريعة لعدد الركاب المعتمدين على (مترو الأنفاق) مقابل الزيادة في أطوال خطوط شبكة مترو الأنفاق في مدينة طوكيو عاصمة اليابان. يوضح الشكل أيضاً تناقص عدد السيارات الخاصة مقابل التوسع في مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض (مترو الأنفاق)

(1) ITA Working Group, *On Cost Benefit of Underground Urban Public Transportation*. In *Tunnelling and Underground Space Technology*, V2 (1) P. 5:53 Pergamon Journals Ltd. Great Britain (1987).

(2) Ringstod, A. J.. In *Tunnelling and Underground Space Technology*, V9 (1) Pp. 5:7 Pergamon Journals Ltd. Great Britain (1994)

(٣) المرجع السابق

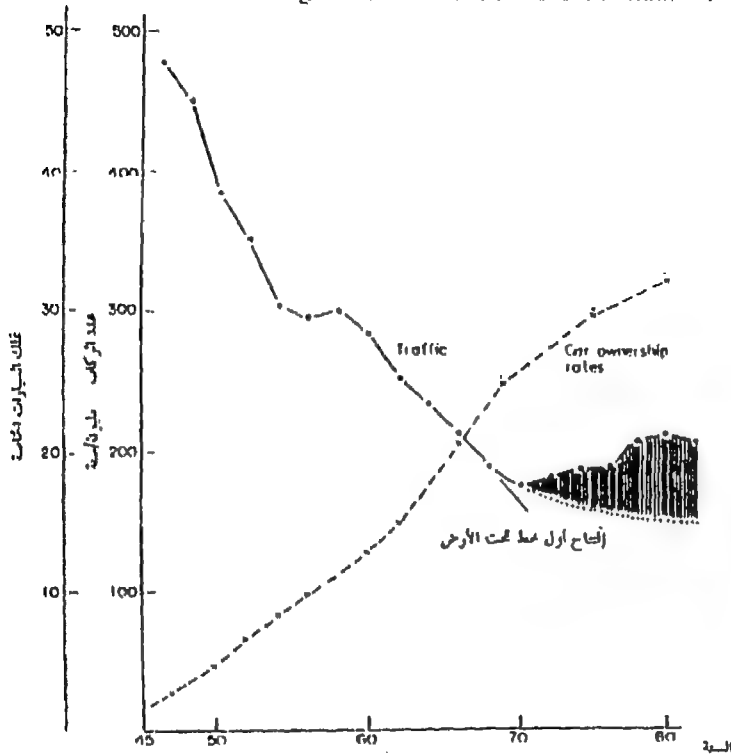
(٤) المرجع السابق



شكل (١-٣) منحني درجات الحرارة تحت سطح الأرض على مدار سنة

كاملة

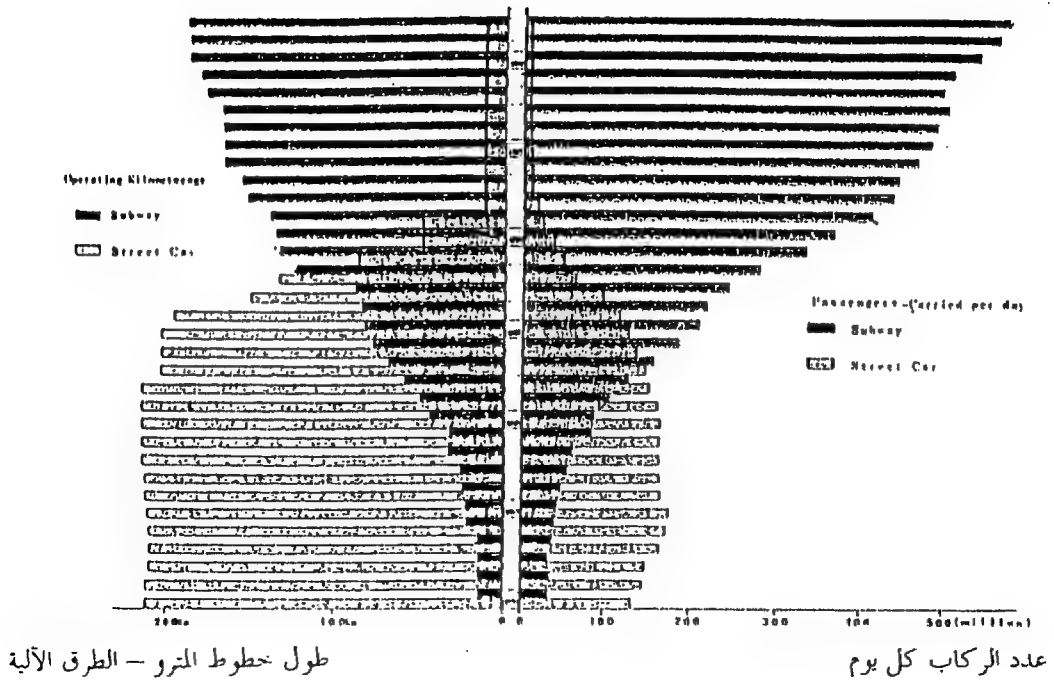
المصدر: Ringstad, A. J. *Perceived Danger and the Design of Underground Facilities for Public Use. In Tunnelling and Underground Space Technology*, V9 (1) Pp. 5:7 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1994.



شكل (١-٤) يوضح ارتفاع عدد ركاب وسائل النقل الجماعي بعد تشغيل الخط الأول

تحت الأرض في بروكسل - بلجيكا

المصدر: المراجعة السادسة



شكل (١-٥) يوضح مقارنة بين كثافة الحركة على خطوط مترو الأنفاق وطرق

السيارات في طوكيو - اليابان حيث يتضح من الشكل:

- كلما زادت أطوال خطوط مترو الأنفاق قلت أطوال طرق السيارات التي يقطعها يومياً سكان المدينة

- كلما زادت أطوال خطوط مترو الأنفاق زاد عدد الركاب مستخدمي خطوط

المترو وقل عدد الركاب مستخدمي طرق السيارات

المصدر : المرجع السابق



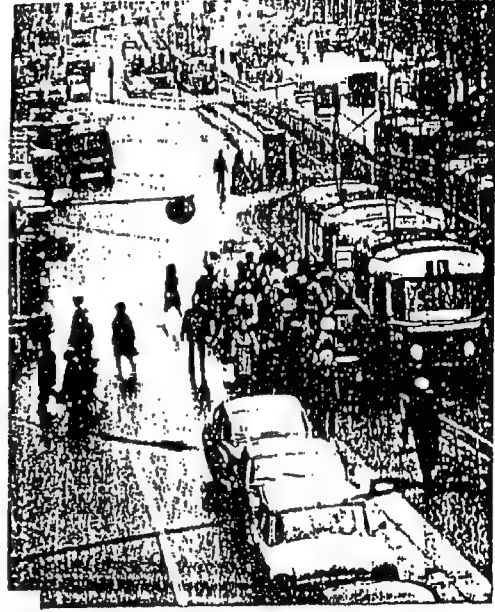
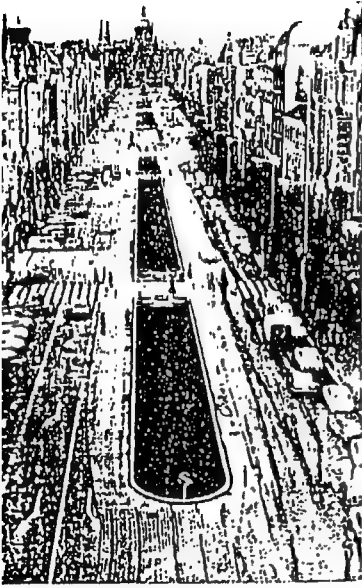
### ١-٥- المكاسب البيئية لمشاريع النقل الجماعي تحت الأرض

توضح الأمثلة التالية المكاسب البيئية لإنشاء مشاريع النقل الجماعي تحت الأرض حيث يوضح شكل (١-٦) صورتان لمدي الفرق بين شكل ميدان فنسلو في مدينة براج (بلجيكا) قبل تشغيل خط مترو الأنفاق والذي يتضح فيه أنه كان يعبر الميدان ٩٠ ألف مركبة يومياً بالإضافة الى ٩٢ ترام كل ساعة، والأخرى بعد تشغيل خط مترو الأنفاق حيث تم إلغاء كثير من خطوط النقل العام السطحية وتم الاعتماد على المترو وعليه فقد انخفض عدد المركبات المارة في الميدان الى ٤٢ ألف مركبة يومياً نظراً لتشجيع ترك السيارة الخاصة واستخدام النقل الجماعي.

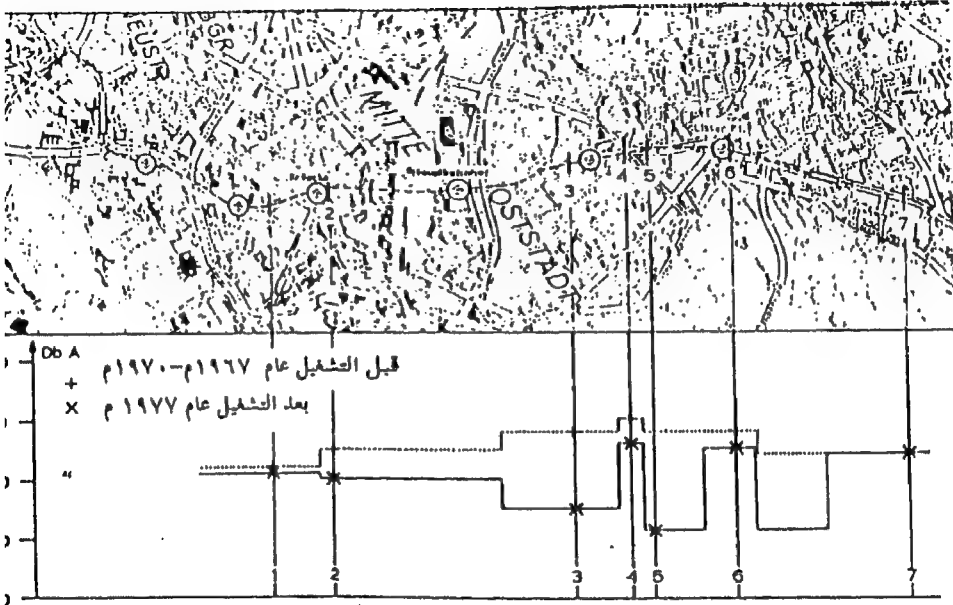
وكما أنه في ميونيخ-ألمانيا- بعد افتتاح الخط الأول السريع تحت الأرض عام ١٩٧٣ م انخفضت نسبة أول أكسيد الكربون بمقدار ٢٥% والمواد الهيدروكربونية بمقدار ٣٥% وأكسيد النيتروجين بمقدار ٤٤% وذلك بسبب تحسين معدلات تدفق السيارات وإلغاء كثير من خطوط النقل السطحية واستغلال الطريق في زيادة المناطق الخضراء وتشجيع ترك السيارة الخاصة والاعتماد على خط المترو تحت الأرض.

كما يتضح انخفاض مستوى الضوضاء في هانوفر - ألمانيا بعد افتتاح خط سكك حديدية خفيفة تحت الأرض كما هو واضح في ( شكل ١-٧) بسبب سيولة المرور وعزل مصدر الضوضاء (خط السكك الحديدية) تحت الأرض. وقد انعكس تقليل التلوث السمعي للمناطق التي تم إقامة مشروعات النقل تحت الأرض بها على تقليل الكثافة السكانية لتجديد المساحات الخضراء لهذا المكان مود عارئة لصوت مثل الزجاج المقاوم لانتقال الصوت - الحوائط ماصة للصوت..... الخ.

يقابل المميزات البيئية بعض التحفظات حيث انه كما ذكر سابقا ان الحفر في التربة بأحجام كبيرة يقلقل التربة وهذه القلقله تؤثر على اتزان التربة (توزيع الأحمال) بالإضافة الى التأثير على الحياة النباتية. أما الحفر العميق في قلب التربة يسبب هبوط للطبقة السطحية على المدى الطويل نظرا لإمكانية تسرب المياه الجوفية داخل المنشأ وهذا أيضا يؤثر على الحياة النباتية. هذا التحفظ يمكن تلافيه في تصميم المنشأ وكيفية وقف تسرب المياه. وقد لا يظهر عيب "التأثير على الحياة النباتية" في حالة المشروعات المارة في المناطق الحضرية ذات الكثافات العالية حيث ان الحياة النباتية في هذه المناطق تكاد تعدم، ولكن من جهة أخرى قد تضر أعمال حفر الأنفاق بالمناطق الأثرية في المدن وخاصة تلك التي يباطن الأرض.



- شكل (٦-١) يوضح تأثير وجود خط "سكك حديدية تحت أرضية" أسفل ميدان  
فنسلو - براج - بلجيكا حيث يتضح في المشهدين:
- (أ) الميدان مكتظ بالمشاة والمركبات الخاصة ووسائل المواصلات العامة
- (ب) الميدان منظم لا يعاني من ضغط مروري واضطرابات في تدفق المركبات
- المصدر : المرجع السابق



- شكل (٧-١) قياس الضوضاء على مسار خط سكك حديدية خفيفة تحت الأرض قبل وبعد  
التشغيل - هانوفر - ألمانيا
- المصدر : المرجع السابق

## الفصل الثاني

- مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض
- مجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

## الفصل الثاني

### ٢- مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

#### ٢-١- مقدمة

يتضح مما تقدم في الفصل الأول أن الاتجاه العالمي لحل مشاكل النقل في المدن الكبيرة هو إقامة مشروعات النقل الجماعي وخاصة السكك الحديدية (المترو) تحت الأرض. لذا فقد زادت الأبحاث العلمية في هذا الاتجاه بشكل واضح في الربع الأخير من القرن العشرين ويتعرض هذا الباب إلى مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات نقل الركاب تحت الأرض على المستوى العالمي والمحلي مع ذكر أمثال لتلك الأبحاث وشرح سريع لمحتواها.

وتنقسم عموماً الأبحاث العلمية التي تتعرض لموضوع البناء تحت الأرض عامة ومحطات نقل الركاب تحت الأرض بصفة خاصة تبعاً لتخصص الباحثين فنرى اهتمام الهندسة الإنشائية بطرق الإنشاء والعوامل المؤثرة عليها ثم تقنية استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل المختلفة. بينما تهتم كل فروع الهندسة بكيفية تأمين المكان ومنع الكوارث وإدارة الكوارث قبل وبعد حدوثها. ويهتم الباحثين في مجال تحسين البيئة الداخلية بالدراسات الصوتية والضوئية للفراغات تحت الأرض. ونرى اهتمام القانونيين بالنواحي القانونية والاقتصادية والتشريعات العالية والإقليمية من ناحية التعاقدات أو طرق احتساب سعر الأرض. بينما في مجال التخطيط والتصميم المعماري يهتم المخططين بدراسة المناطق المقام فيها مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض والمعماريين بنظريات العمارة والتصميم المعماري لفراغات محطات نقل الركاب تحت الأرض.

وسنم استعراض كل من هذه المجالات فيما يلي مبيناً الأهداف العامة المشتركة في كل مجال مع التناول بالشرح المبسط لأحد الأبحاث في كل مجال مبيناً أهدافه ومناهجه.

#### ٢-٢- مجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض

تشارك الأبحاث والمقالات<sup>(١)</sup> التي قمت بطرق الإنشاء والعوامل المؤثرة عليها في أنها تعرض بإسهاب طريقة إنشاء المنشأ الرئيسي في مشروعات النقل سواء كان خطوط سكك حديدية تقليدية أو خفيفة وكيفية تحقيق عوامل الأمان المطلوبة لثبات المنشأ والتعامل مع طبيعة التربة المقام بداخلها المشروع في كل دولة على حدة مع ذكر أسباب اختيار هذا الأسلوب في الإنشاء بالإضافة الى تسجيل أي تطوير طرأ على أسلوب الإنشاء من حيث طريقة احتساب الأحمال - طريقة وخطوات التنفيذ - التعديل في شكل أو طرق إدارة المعدلات المستخدمة.

(١) مثال لتلك الأبحاث:

Virin, Lev. D; Krilov, A. (1993) & Yoshikawa, M. (1990) & Eizenslein, Z; Ezzeldine, O. (1992) & Lunardi, P. (1990)

ومن أمثلة تلك الأبحاث بحث:

Yutaka Masuda, Takayoshi Minoshima. *Large Scale Underpinning for an Underground Urban Railway Station*. In *Tunnelling and Underground Space Technology*. V7(2) Pergamon Journals Ltd. Great Britain (1992)

يتناول البحث إقامة مشروع سكك حديدية حضرية تحت الأرض حيث يتعرض لطريقة إنشاء مشروع الخط السادس المار أسفل ناجويا-أكير محطة غائية في اليابان حيث تقدم شركة سكك حديد اليابان المركزية Central Japan Railway company التكنولوجيا الجديدة في الإنشاء. فقد أصبح إشغال الأراضي من القضايا صعبة التداول ومكلفة لذا يتجه التعمير إلى تحت الأرض. ومن أهم المشروعات القائمة تحت الأرض شبكة المترو. وفي الآونة الأخيرة أصبح من الضروري اللجوء إلى تكنولوجيا جديدة في التعامل مع الظروف المعاكسة (الغير مواتية المتمثلة في التربة الرخوة "soft").

تشترك أيضاً بعض المقالات العلمية<sup>(١)</sup> في مجال تقنية استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل المختلفة في التناول بالشرح تقنية استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل حيث أنه في معظم الأحيان تقع المنشآت تحت الأرضية في بيئة رطبة أو تقع تحت منسوب المياه الجوفية. ويشرح كل مقال بدوره أساليب حقن التربة لمنع تسرب المياه داخل المنشآت أثناء التنفيذ والتحورات الطارئة على المواد الأسمنتية والخرسانية المستخدمة في الإنشاء بالإضافة إلى استخدام تقنية المواد العازلة لمنع تسرب المياه داخل المنشأ على المدى الطويل حيث أن تسرب المياه داخل المنشأ قد يؤثر بالسلب على التربة المحيطة ويؤدي إلى هبوطها وبالتالي تعرض المباني السطحية المحيطة لأضرار واضحة.

ويُعرض بشيء من التفصيل البحث التالي كمثال لهذه الأبحاث

Prabhat Kumar and Bhawani. *Design of Reinforced Concrete Lining in Pressure Tunnels, Considering Thermal Effects and Jointed Rockmass*. In *Tunnelling and Underground Space Technology* V5 (1&2) Pergamon Journals Ltd. Great Britain (1990)

ويتناول البحث تصميم طرق ضبط وإحكام الخرسانة المسلحة في الأنفاق المضغوطة مع الوضع في الاعتبار المؤثرات الحرارية والصخور ذات الفوالق. يقوم الباحث بمراجعة نظرية Jaeger في تصميم عمليات الضبط في نفق ضغط ويحاول أن يمتد بالنظرية بحيث تتضمن ظروف الأحمال المستوية وذلك عن طريق تحليل لنموذج عددي لنفق عن طريق أسلوب finite-infinite interface element method وقد استنتج الباحث معامل التزليل (التقليل) ليحتوي تأثير الوصلات في كتل الصخور

(١) مثال لتلك المقالات:

Critchfield, J. W.; MacDonald, J. F. (1990) & Martin, D. (1989) & Richards J. A; Remmer F.; Sharp J. C. (1994) & ITA Working Group, maintenance and repair of underground structures. (1991)

وتعتبر المقالات المذكورة <sup>(١)</sup> مثال للمقالات والأبحاث القائمة في مجال تأمين المكان ومنع الكوارث -إدارة الكوارث قبل وبعد حدوثها ، وحيث أن نسبة كبيرة من المنشآت تحت الأرضية يزاول فيها أنشطة عامة (محطات نقل - مكتبات - منشآت رياضية وترفيهية ١٠٠٠ الخ) فهي جميعها تشترك في أهمية تأمينها من الحوادث الطارئة والكوارث مثل الحرائق وتسرب الغازات والأدخنة والانفجارات وغيرها من الحوادث ذات النتائج المؤسفة، لذا فقد اهتم الباحثون بدراسة سلوك الحادثة نفسها وسلوك الجمهور أثناء الهروب وكيفية إدارة هذه الكوارث وانعكاس ذلك على تصميم المبنى ودراسة القوانين والتشريعات التي يجب أن ينص عليها كود "حماية المباني من المخاطر" بطريقة واضحة. يعرض البحث الآتي كمثال مفصل

Watanabe et al.. *Safety and Disaster Prevention for Underground Space: An Analysis of Disaster Cases*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V7 (4) Pergamon Journals Ltd. Great Britain(1992)

يتناول البحث موضوع منع الكوارث وتأمين الفراغ تحت الأرضي. فيعتبر هذا المقال مسح عام للمنشآت تحت الأرضية المعرضة للكوارث بأنواعها خلال فترة عشرين عام ويتخلل البحث مسح لأنفاق النقل الجماعي ومحطات نقل الركاب تحت الأرضية. أول خطوة في هذا البحث هو تجميع وتحليل البيانات المتاحة وذلك للتعرف على أسباب حدوث تلك الكوارث وعليه كان من السهل الاستنتاج المنطقي للحلول وطرق تلافي وقوع مثل تلك الكوارث لأخذها في الاعتبار عند التصميم المستقبلي للمنشآت تحت الأرضية.

تتم كثير من الأبحاث <sup>(٢)</sup> بالكفاءة الصوتية داخل محطات مترو الأنفاق حيث أن طبيعة النشاط المزاو داخل الفراغات المعمارية (مرور القطار - تراحم الركاب) يؤدي الى توليد قدر كبير من الضوضاء وهذا يتطلب دراسة للمعالجات الصوتية. بينما يهتم الباحثين في مجال الإضاءة <sup>(٣)</sup> كيفية المعالجة الضوئية داخل محطات مترو الأنفاق مع إظهار مواطن النجاح والفشل من الأنظمة المقترحة لإضاءة مثل هذه النوعية من المباني. وفيما يلي ملخص بحث اهتم بمحاكاة الإضاءة الطبيعية في الفراغات تحت الأرضية

Hughes, P. C. *The Use of Simulated Natural Light in The Design of The Earth-sheltered Environment*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V2 (1) Pergamon Journals Ltd. Great Britain (1987)

يتناول البحث استخدام الإضاءة المشابهة للإضاءة الطبيعية في تصميم البيئة تحت الأرضية. في هذا البحث يتم تجريب طريقة لإضاءة البيئة تحت الأرضية لتحقيق الحد الأقصى لاستغلال الوظائف

مثال لتلك الأبحاث كل في موضعه

(1) Haack, A(1992) & Nakamura, H (1992) & Sterling, R ; Carmody, J, Rockenstein, W. H. Π(1992)

(2) Westerberg, G (1986) & Kang - Jian (1997) & Abd Allah M. I. A (1993)

(3) Shchepetkov, N. I. (1987) & Britz, H. (1987)

الإنسانية وذلك عن طريق التحليل والمقارنة. وقد أثبت قبلاً أن الأشعة الضوئية الطبيعية تؤثر بوضوح على العوامل المرئية واللامرئية الآدمية وذلك على الأقل من حيث مصدر الإشعاع الضوئي الحيوي للأداء الضوئي الحيوي-مثال:فيتامين د - امتصاص الكالسيوم -تحكم الغدد الصماء العصبية (غدد المخ الداخلية).

تتناول أبحاث<sup>(١)</sup> "النواحي القانونية والاقتصادية والتشريعات العالمية والإقليمية من ناحية التعاقدات وطرق احتساب سعر الأرض" دراسة الجدوى لمشروعات النقل العام تحت الأرض حيث يتم المقارنة بين التكلفة الكلية للمشروع والعائد الاقتصادي المتحقق على المدى القريب والبعيد، ويتطرق أيضاً الباحثون القانونيون والاقتصاديون الى كيفية تقييم سعر الأرض للمشاريع تحت الأرضية عامة حيث أنه لا يوجد حتى الآن أية قوانين تحدد سعر التربة تحت سطح الأرض حيث أن سعر الأرض يشكل جزء كبير من التكلفة الكلية لأي مشروع وخاصة إذا كان موقع المشروع يتوسط المراكز التجارية والسياسية للمدن الكبيرة. ويعتبر المقال الآتي مثال لتلك الأبحاث:

ITA Working Group on Contractual Sharing of Risks, *ITA Recommendation on Contractual Sharing of Risks. Tunnelling and Underground Space Technology* V7 (4) Pergamon Journals Ltd. Great Britain. (1992)

يتناول البحث توصيات مجموعة ITA في المشاركة التعاقدية في المحازفات. يؤكد البحث على تأثير عامل المحازفة على كل المشروعات المقامة تحت الأرض سواء نظرياً أو عملياً حيث أن المبالغة في تقييم المخارفات قد يؤدي إلى تضخم في حجم التكلفة الكلية وتعطيل الأعمال ومشاكل لكل من المالك والمقاول. ويتناول هذا المقال اقتراحين مقدمين من مجموعة العمل ITA لتحديد المشاركة التعاقدية في المحازفات للمشروعات تحت الأرض حيث تم الموافقة عليها في اجتماع المجموعة عام ١٩٩٢ والتوصيات المتعلقة ببدائل قرار ما بعد التحكيم وإنهاء الأعمال أو تعليقها.

كما تشترك المقالات المذكورة<sup>(٢)</sup> على سبيل المثال في مجال التخطيط السياسي والتخطيط الحضري للمناطق المقام بها مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض في تناول موضوع التخطيط السياسي وصناعة القرار عند إقامة مشروعات النقل السريع تحت الأرض في كثير من دول العالم وأيضاً تتناول دراسة علاقة المشروع بالمنطقة المحيطة به ومردود وجود المشروع على البيئة السطحية المحيطة والتكامل مع المباني المجاورة له وانعكاس صورة المدينة السطحية على تصميم المشروع تحت الأرض.

مثال لتلك الأبحاث كل في موضعه:

- (1) ITA working group on cost benefits of underground public transportation.(1987) & ITA working group on costs benefits.(1990) & Riera, R.; Pasqual, J. (1992)  
(2). Gordard, J.P.; Hugonnard, J. C (1989) & Bernard, D (1995) & Monnikhof, R.; Edlenbos - J.; Van - Der - Krogt, R. (1998) & Horvat, E.; Van - Der - Krogt, R (1998) & Nelson, S. R.; Bennet, D. J.; Nelson, C. R.; Rockenstein, W. H. (Nelson Associates) 1985.

وفيما يلي يُعرض مثال تفصيلي لتلك الأبحاث:

ITA working group on costs benefits of underground urban public transportation, *Examples of Benefits of Underground Urban Public Transportation System*. In *Tunnelling and Underground Space Technology* V2(1). Pergamon Journals Ltd. Great Britain (1990).

يتناول البحث أمثلة للاستفادة من نظم النقل العام الحضري تحت الأرض على المستوى العالمي للبناء تحت الأرض وخاصة المباني العامة مثل مباني النقل العام أهمية خاصة هذه الأيام نظرا لدوره في حل مشكلة الازدحام والتلوث البيئي وغيرهم من مشكلات. في هذا التقرير يتم حصر مشاريع النقل المقامة في المناطق الحضرية وأمثلة من ١٠ دول مختلفة حيث تم عرض الطرق المختلفة في تقييم المشكلة وصناعة القرارات التخطيطية والإنشائية لمشاريع النقل العام بالإضافة الى بعض دراسات الجدوى الاقتصادية للمشاريع المقامة في إنجلترا

المهدف الأساسي من إقامة مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض هو حل مشاكل المرور التي يتعرض لها بالخطط التقليدية لذا فقد توسعت دراسات النقل<sup>(١)</sup> في تحليل دور مشروعات النقل الجماعي تحت الأرض في خطة النقل المتكاملة في المدينة مع التطرق لاقتراحات لتحقيق تكامل ناجح بين كل وسائل المواصلات السطحية وتحت الأرضية كما تناولت أبحاث أخرى دراسة كيفية تحسين الأداء التشغيلي لأنظمة النقل تحت الأرضي القائمة قبلاً في المدينة لتفعيل دورها في إطار خطة متكاملة للنقل داخل المدينة أو الإقليم ومن أمثلة تلك الأبحاث البحث:

Mahdy, A. F., *Operational Requirements for Greater Cairo Underground Metro – Second line, Phase 1A*(1996)

و يتناول البحث متطلبات تشغيل الخط الثاني لمترو أنفاق القاهرة الكبرى لاستيعاب حجم الطلب المستقبلي حيث اهتم الباحث بدراسة وتقييم الأداء التشغيلي لجزء من الخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث أن نظام النقل الجماعي هو الحل الأمثل لمشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى وحيث أن الجزء المختار من الخط الثاني (موضوع البحث) يحتوي على أكثر من ٧٥% من طوله على مسار تحت أرضي فهو يحسن من أداء وسائل النقل الأخرى والطرق السطحية بالإضافة الى المساهمة الكبيرة في تقليل الضغط على وسائل النقل العام السطحية. وكان المهدف الأساسي للبحث هو تحديد متطلبات التشغيل للجزء المختار من الخط ومناقشة تأثير وجود الخطوط الأخرى المقترحة في صورة شبكة من خطوط السكك الحديدية الخفيفة سواء كانت سطحية أو تحت الأرض وتحترق قلب القاهرة الكبرى وذلك عن طريق تحليل الأرقام والإحصاءات المعدة على "عدد الركاب - نوع التذكرة المستخدمة - زمن الرحلة - عدد القطارات... الخ).

(١) مثال لبعض دراسات النقل التي أجريت على مشروعات للنقل الجماعي تحت الأرضي:

Howard, D. F. (1986), Harold, L. (1982); Development Research and Technological Planning Center- Cairo University



وقد وصل الباحث الى عدة نتائج لتحسين الأداء العام لشبكة متكاملة من وسائل المواصلات مجتمعة وهي:

- إنهاء خطوط السكك الحديدية لشمال القاهرة في شبرا الخيمة بدلاً من ميدان رمسيس .
- إنهاء أوتوبيس النقل من والى خارج محافظة القاهرة (محافظات الشمال) الى شبرا الخيمة بدلاً من شارع أحمد حلمي.
- التكامل بين المترو وكل من قطارات هيئة سكك حديد مصر والأوتوبيسات التي تنقل خارج المحافظة.

تشترك كل المقالات المذكورة <sup>(١)</sup> في مجال نظريات العمارة والتصميم المعماري لفرغات الركاب تحت الأرض في التعرض للموضوع من خلال شرح سريع لمشروعات محطات مترو تحت أرضية دون ذكر أو توضيح معايير التصميم المعماري ودونما الخوض لأي خط واضح من نظريات التصميم المعماري وإنما كان من الواضح أن المتطلبات الميكانيكية والكهربائية وتقنية الإنشاء وغيرها من التخصصات غير المعمارية هي العامل الأساسي في تشكيل الفراغات المعمارية. ومن أمثلة هذه الأبحاث:

أبو الجند، محمد محمود ، محدّدات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية - مشروعات محطات مترو الأنفاق حالة دراسية . - كلية الهندسة جامعة الأزهر.

يتناول البحث عرضاً وتصنيفاً لمحددات التصميم المعماري ويوضح عدم ثبات هذه المحددات وتنوعها تبعاً لوع وطبيعة المشكلة أو المشروع تحت التصميم من خلال حالة دراسية لمشروع محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث تمثل المحطات نموذجاً للمشروعات المركبة التي يظهر فيها بصورة واضحة تأثير تلك المحددات على القرارات التصميمية. وقد تناول الباحث هذا البحث من خلال خبرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى المخطط الثاني (شبرا الخيمة الجيزة). وقد ذكر المحددات على أنها: أولاً طبيعة النشاط المزاوّل في المبنى، ثانياً مسار خط السكك الحديدية ومناسبيه، ثالثاً حركة الركاب والحركة العابرة بالمحطات، رابعاً سياسة تحصيل التعريف، خامساً طريقة تنفيذ النفق ومنسوب رصيف الركاب، وسادساً عرض الطريق المقام فيه المحطة متناولاً مدى تأثير كل محدد في تكوين الملامح الرئيسية للمحطات. وكان الهدف الرئيسي لهذا البحث هو اثبات أن محدّدات التصميم عامة متغيرة تبعاً لظروف المشروع، وليس المقصود به دراسة لمحطات المترو.

{1} Verheulpen, G.; Neyens, A. (1992) & Ross, R.; Wagenbach, B. (1995); Museum Station – structural and architectural design

## ٢-٣- الخلاصة

توضح الدراسات السابقة مجالات الاهتمام البحثي المتعلقة ببناء محطات الركاب وخاصة (المetro) تحت الأرض والتي انحصرت في المجالات: تقنية مواد وطرق الإنشاء، حماية وتأمين المنشأ والمستخدمين، النواحي الميكانيكية والكهربائية (صوت - ضوء)، النواحي الاقتصادية والقانونية، التخطيط السياسي والتخطيط الحضري، وتصميم المعماري

من الناحية المعمارية وفي المقالات التي تم الحصول عليها يعتمد الكاتب (غالباً ما يكون المصمم) على وصف سريع المشروع المقصود سواء كان محطة وحيدة تم إضافتها أو تعديلها في خط قائم قبلاً أو عدة محطات تشكل جزءاً من خط تم تصميمه وإنشاءه حديثاً. ويفهم من سياق المواضيع عجز وجود خط موحد يربط بين كل المصممين في كل المشاريع المطروحة كما هو الحال لأنواع المشاريع الأخرى (المستشفيات-المدارس-المباني الرياضية، الخ) لذا يهدف هذا البحث للتعرف على طبيعة مشاريع محطات الركاب تحت الأرض وتحليل المشاريع المقامة سابقاً للتعرف على المحددات والمعايير التصميمية لهذه النوعية من المشروعات. ثم تقييم التجربة المصرية في ضوء التجارب العالمية. وفي الباب التالي سيتم التعرف على الأنماط التصميمية للمحطات ثم الوصول الى العناصر الأساسية المكونة للمحطات ثم التناول بالتفصيل المحطات تحت الأرضية من ناحية المعالجات المعمارية عند تصميم كل عنصر من العناصر الأساسية.

## الباب الثاني

### التعمق في فهم طبيعة محطات نقل

#### الركاب تحت الأرض

وفيه يتم التعرف على الأنماط التصميمية للمحطات ثم الوصول الى العناصر الأساسية المكونة للمحطات ثم التناول بالتفصيل المحطات تحت الأرضية من ناحية المعالجات المعمارية عند تصميم كل عنصر من العناصر الأساسية

#### الفصل الثالث: التعريف بمشروع مترو الأنفاق

ويعرض فيه بعض الأنماط التصميمية لمحطات مترو الأنفاق ومعرفة

مميزات الشخصية لكل نمط تصميمي

#### الفصل الرابع: المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض

ويعرض فيه المعايير التصميمية التي اتبعتها قبلاً المصممين المعماريين

والمعالجات المعمارية التي اتبعت للتغلب على المشاكل التصميمية

## الفصل الثالث

التعريف بمشروع مترو الأنفاق

- الأنماط التصميمية لمخطات نقل الركاب على خطوط السكك الحديدية
- الأنماط التصميمية لمخطات نقل الركاب بناءً على مسار الخط ومناسيبه
- الأنماط التصميمية لمخطات نقل الركاب بناءً على موقع المحطة بالنسبة للخط التي تعمل عليه
- الأنماط التصميمية لمخطات نقل الركاب بناءً على موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه خط المترو

### الفصل الثالث

#### ٣- التعريف "بمترو الأنفاق"

##### ٣-١- تمهيد

مشروع "مترو الأنفاق" هو غمط من أنماط السكك الحديدية. و هو قطار يسير علي سكة حديد بباطن الأرض مخترقا المدينة المقام بها المشروع متوقفا في محطات علي مسافات صغيرة نسبيا، يتكون عادة من أربعة عناصر و هي :خطوط السكك الحديدية، مباني المحطات، مباني ملحقة (للأغراض الخدمية و متطلبات التشغيل)، وورش للصيانة. الهدف الأساسي من إنشاء هذه النوعية من المشروعات هو توفير وسيلة نقل سريعة و مريحة و آمنة للركاب و لاختراق المناطق الحضرية المزدحمة التي يصعب اختراقها بوسائل المواصلات الأخرى (السيارات الخاصة- أتوبيسات .... الخ ) أو لتنقل الركاب من و إلى أطراف المناطق الحضرية (الضواحي) عن طريق (أو دون) اختراق المناطق الحضرية نفسها . ولتحقيق هذا الهدف من مشروعات مترو الأنفاق يجب أن يقام المشروع بحيث يتكامل مع وسائل المواصلات الأخرى مكوناً مع غيره من وسائل المواصلات شبكة متشعبة ذات كفاءة عالية للوصول وذلك عن طريق :

- التكامل مع طرق المشاة و راكبي الدراجات .
- التكامل مع الطرق الآلية .
- التكامل مع غيره من مشاريع السكك الحديدية شبكة متصلة .
- التكامل مع موانئ الملاحه الجوية .

ويهتم هذا الباب بدراسة و تفهم طبيعة مباني محطات نقل الركاب تحت الأرضية عن طريق التعرف علي الأنماط التصميمية للمحطات التي تخدم علي مسار الخط والتعرف على المعايير التصميمية المطلوبة للمحطات عامة ثم للمحطات تحت الأرضية بصفة خاصة

### ٣-٢-الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب علي خطوط السكك الحديدية

تصنف محطات نقل الركاب إلى عدة أنواع بناءً علي

أولاً-مسار الخط و مناسيبه وتنقسم إلى المسار سطحي وهو ذو المحطات السطحية أو المسار العلوي وهو ذو المحطات المرفوعة أو المسار تحت الأرضي وهو ذو المحطات تحت الأرضية. ثانياً-موقع المحطة بالنسبة للخط، وهو إما في بداية الخط أو نهايته اما محطة نهائية أو محطة وسطية (وهي التي تقع ما بين المحطتين النهائييتين على طول المسار)، أو محطة تبادلية (وهي التي تربط بين الخط الرئيسي وخط آخر). ثالثاً -موقع المحطة داخل النسيج الحضري الذي يخترقه الخط الذي تعمل عليه المحطة، وهي تنقسم إلى محطات داخل مناطق عالية الكثافة البنائية أو محطات الضواحي والمناطق الريفية أو محطات المطارات. ويعرض كل منها بالتفصيل فيما يلي.

### ٣-٢-١- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءً علي مسار الخط و مناسيبه

كما سبق ذكره تنقسم هذه المحطات إلى ثلاث أنواع من المحطات هي كالآتي:

#### ٣-٢-١-١- المحطات السطحية Ongrade Stations

وفي هذا النوع نخدم علي خطوط السكك الحديدية السطحية. تعتمد نظرية إقامة مشروع النقل السريع علي عدم تعرضه إلى أي تقاطعات من أي نوع و يكون الأولوية لمساره بينما تحول كل التقاطعات و الاتجاهات الفرعية للشوارع إلى كباري علوية أو أنفاق تعبر فوق أو تحت منسوب السكة لذا فإن هذا النوع من خطوط السكك الحديدية تحول المنطقة المار بها إلى منطقتين منفصلتين تماماً و مع إعادة الربط بينهما عن طريق الكباري العلوية أو الأنفاق للحركة الآلية و المشاة (شكل ٣-١) و تنقسم المحطات الواقعة علي هذا النوع من السكك الحديدية إلى ما يلي :

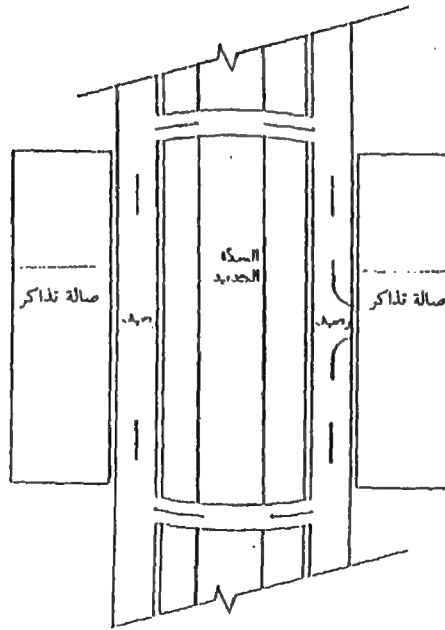
#### ١- محطة ذات صالة تذاكر في منسوب السكة

حيث تكون صالة التذاكر وحيدة علي أحد جانبي السكة و يكون دخول و خروج الركاب من جهة واحدة و ينتقلون من رصيف إلى آخر عن طريق كباري علوية أو أنفاق مشاة (شكل ٣-٢) ب- محطة ذات صالتي تذاكر في منسوب السكة .

حيث تنقسم صالة التذاكر إلى جزئين علي جانبي السكة و في هذه الحالة يكون دخول و خروج الركاب خلال أي من صالتي التذاكر مع وجود كباري علوية أو أنفاق لنقل الحركة بين الرصيفين (شكل ٣-٣) .

#### ج- محطة ذات صالة تذاكر في منسوب مختلف عن منسوب السكة

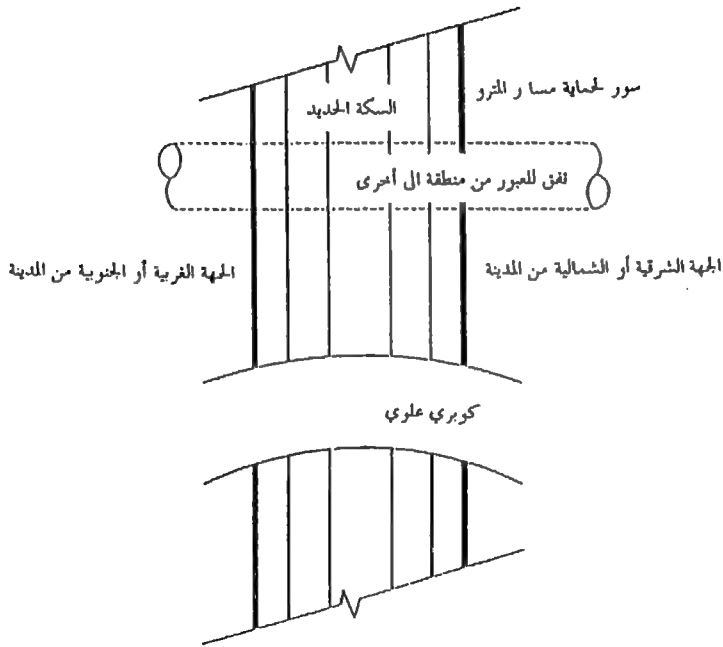
سواء كانت صالة التذاكر اعلي منسوب السكة أو اسفل منسوب السكة يكون دخول و خروج المحطة من أي جانبي السكة. وفي هذه الحالة تستخدم صالة التذاكر في نقل الحركة بين الرصيفين (شكل ٣-٤) و توضح الأشكال (٣-٥ و ٣-٥ب) أمثلة لهذه النوعية من المحطات.



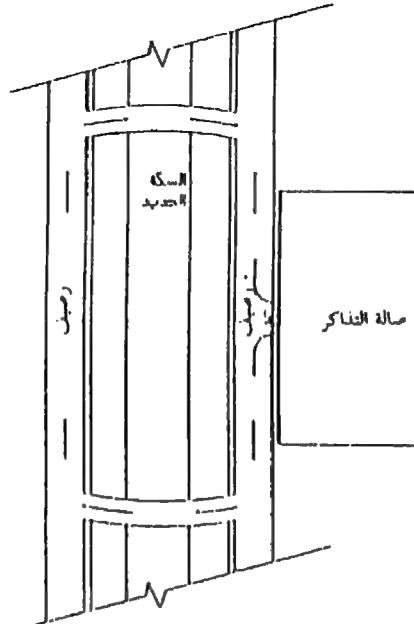
شكل (٣-٣) كروكي للمسقط الأفقي لمحطة سكة حديد سطحية ذات صالتي تذاكر  
في منسوب السكة وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق كباري علوية أو  
أنفاق



شكل (٤-٣) كروكي للمسقط الأفقي لمحطة سكة حديد ذات صالة تذاكر أعلى أو  
أسفل منسوب السكة وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق صالة التذاكر  
نفسها



شكل (١-٣) يوضح تأثير خطوط السكك الحديدية السطحية على المدينة حيث تفصلها الى جزئين منفصلين وتكون في حد ذاتها حدود جديدة للمنطقة المارة بها



شكل (٢-٣) كروكي المسقط الأفقي لمحطة سكة حديد سطحية ذات صالة تذاكر وحيدة في منسوب السكة وتنقل الحركة بين الأرصفة عن طريق كباري علوية أو أنفاق

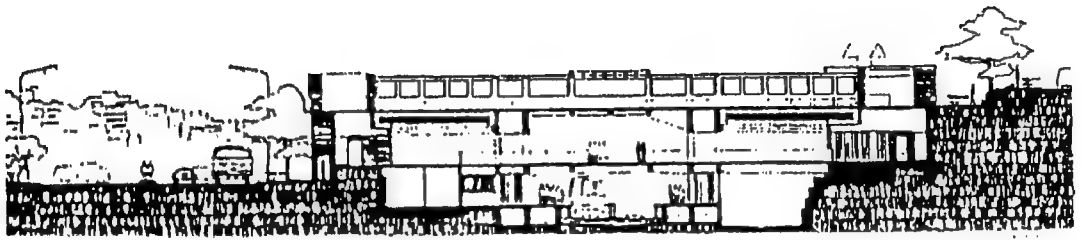


شكل (٣-٥) أمثلة لمحطات ذات صالة تذاكر أعلى (أسفل) منسوب سكة القطارات



شكل (٣-١٥) قطاع عرضي في محطة "كانو أماريللي" مترو كاراكاس - فنزويلا

يوضح الشكل وجرد صالة تذاكر وحيدة أسفل منسوب السكة المرفوع عن مستوى الطريق بحيث تكون صالة التذاكر في منسوب الطريق وتنقل الحركة بين الأرضة عن طريق سلالم داخل صالة التذاكر



شكل (٥-٣ب) قطاع عرضي في محطة "أجوا سالود" مترو كاراكاس - فنزويلا

يوضح الشكل وجود صالة تذاكر وحيدة أعلى منسوب السكة (تحت الأرض) بحيث تكون صالة التذاكر في منسوب الطريق وتنقل الحركة بين الأرضة سلالم داخل صالة التذاكر

و يؤخذ علي المخططات السطحية أنها تحول المنطقة المار بها خط السكك الحديدية إلى منطقتين منفصلتين تماماً عدا بعض الكباري العلوية أو الأنفاق للمشاة و الحركة الآلية مما يسمى<sup>(١)</sup> إلى المنطقة وتربطها وهذا بالإضافة إلى أن خط السكك الحديدية يستقطع من عرض الطريق المقام فيه مما يزيد من الكثافة المرورية به . وأخيراً قد يستحيل توفير مكان لهذا الحل في الأماكن الحضرية المدمجة (ذات كثافة بنائية عالية ) مثل وسط المدينة و المناطق التجارية المخططة مسبقاً.

### ٣-٢-١-٢ محطات العلوية Viaduct Station

وفي هذا الحل يرتفع منسوب السكة عن منسوب الشارع ليحافظ على التكوين القائم للشارع المار به بما فيه من مسارات حركه وتقاطعات وإشغالات وترتفع المحطة مع السكة وتكون ذات صالة تذاكر وحيدة تستخدم لنقل الركاب بين الرصيفين سواء كان منسوبها أعلى أو أسفل السكة (شكل ٣-٦) & (شكل ٣-٧)

ويؤخذ المخططات العلوية تغيير صورته المدينة<sup>(٢)</sup> ويشكل عائق بصري يحول دون استمراره تتابع واجهات المباني المطلّة على الشوارع المار بها الكباري العلوية حامله السكة والتي قد تكون ذات شخصيه معمارية متميزة بالإضافة إلى أن الكوبري العلوي الذي قد يقلل خصوصية المباني المار بجانبها.

### ٣-٢-١-٣ المحطات تحت الأرضية Underground Stations

وتنقسم المحطات تحت الأرضية أما إلى المحطات القريبة من سطح الأرض أو تلك العميقة. فإذا كان منسوب السكة قريب من سطح الأرض وينفذ النفق المار به السكة بطريقه الحفر المكشوف Cut and Cover فتكون للمحطة من أحد النماذج الآتية:

- محطة ذات صالة تذاكر وحيدة على أحد جانبي السكة وفي نفس المنسوب
- محطة ذات صالتي تذاكر على جانبي السكة وفي نفس المنسوب وفي الحالتين يتم نقل الحركة بين الأرصفة عن طريق أنفاق عبور شكل (٣-٨)

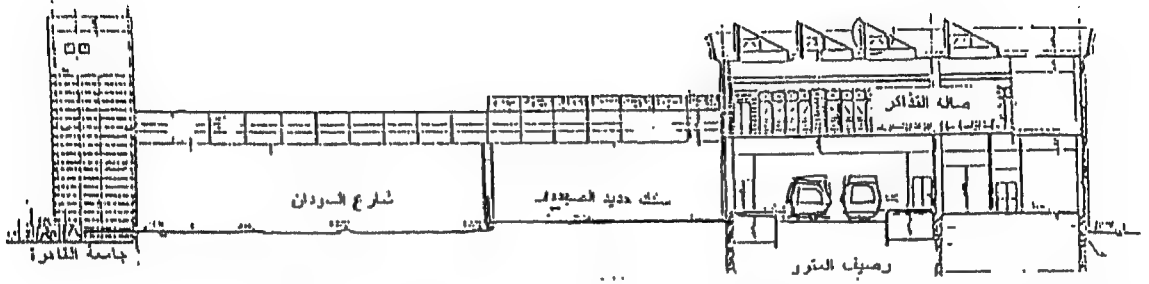
- محطة ذات صالة تذاكر في منسوب مختلف عن منسوب السكة شكل (٣-٥-ب)

أما إذا كان منسوب السكة بعيد عن سطح الأرض ويكون النفق المار به السكة منفذ بمأكنة حفر وتغليف في باطن الأرض Bored Tunnel تكون المحطة ذات صالة تذاكر وحيدة أعلى من منسوب السكة يتم استغلالها لتوزيع الحركة بين الأرصفة شكل (٣-٩)

ويؤخذ على تنفيذ النفق المنفذ بطريقة الحفر المكشوف أن منسوب السكة القريب من سطح الأرض يسبب إضطراب مستمر طول فترة التنفيذ للمناطق المار بها المشروع مما يؤدي إلى تعطيل الحركة المرورية نظراً لمتطلبات وظروف تنفيذ المشروع وهذا بالإضافة إلى أن المحطات ذات منسوب السكة البعيد عن سطح الأرض

(١) B.M. Khairy, R.E. Morkos (1997) Integrating Modern Technology Methods in the Traditional Urban Fabric — El Azhar Engineering Fifth International Conference

(٢) تم دراسة هذه الجزئية بالتفصيل في بحث قام به م/ احمد عبد الله محمد عبد الغنى، الطرق العلوية وتأثيرها على الشكل البصري للمدينة - دراسة عن القاهرة - ماحستير - كلية الهندسة جامعة القاهرة .

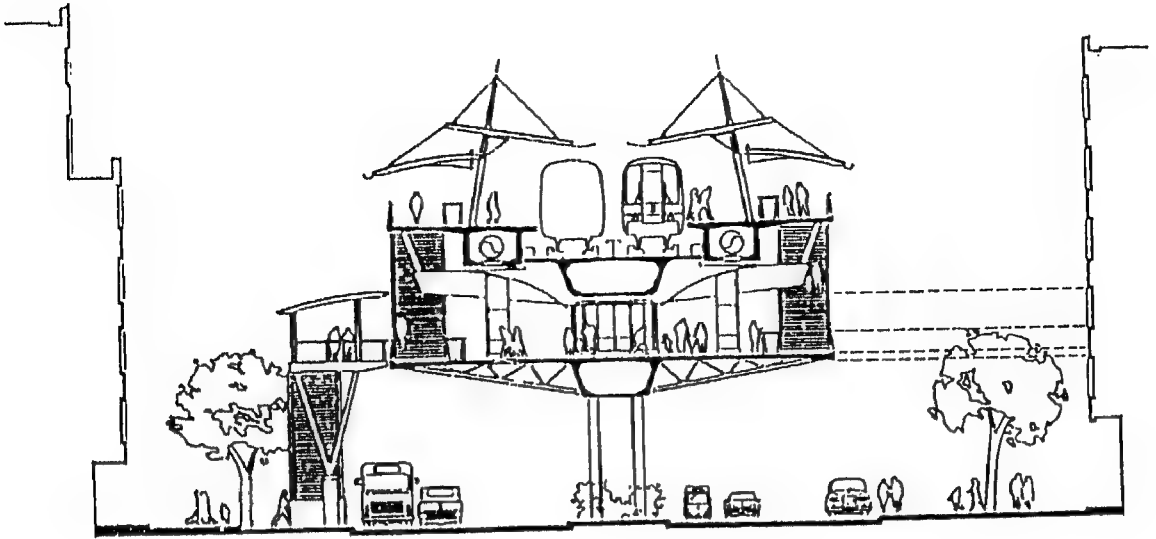


شكل (٦-٣) يوضح مثال لمحطة سطحية ذات صالة تذاكر وحدة فوق منسوب السكة

محطة جامعة القاهرة - الخط الثاني لمترو أنفاق القاهرة الكبرى

يتم نقل الحركة بين الأرصفة عن طريق صالة التذاكر

المصدر: الهيئة القومية للأنفاق



شكل (٧-٣) يوضح مثال للمحطة المرفوعة ذات صالة تذاكر مرفوعة ولكن أسفل منسوب السكة

مشروع سكك حديد خفيفة مرفوعة فوق شارع بانكوك - بانكوك - الصين

(عميق) تؤدي الى ارتفاع التكلفة نسبيا للمشروع ككل بالإضافة إلى التعقيدات الطارئة على إجراءات تأمين وحماية المنشآت والركاب.  
وسوف يتناول الجزء التالي بالدراسة التفصيلية التصميم المعماري للمحطات تحت الارضية من حيث موقع المحطة بالنسبة للخط وموقعها داخل النسيج العمراني.

### ٣-٢-٢ الانماط التصميمية لخطات نقل الركاب بناء على موقع المحطة بالنسبة للخط التي تعمل عليه:

تنقسم أنماط المحطات تبعاً لموقعها على الخط الى أولاً محطة نهائية وهي تقع في بداية أو نهاية الخط، ثانياً محطة وسطية وهي التي تقع على طول الخط بين المحطتين النهائيتين، ثالثاً محطة تبادلية وهي محطة تجمع بين أكثر من خط من خطوط شبكة المواصلات.

#### المحطات النهائية

يحتوي أي خط على محطتين نهائيتين في أطرافه ويحصر بينهما عدد من المحطات الوسطية موزعة بطول مساره ويتشابه النوعان من المحطات في كثير من نواحي التصميم إلا أن المحطات النهائية تحتوي على عدد أكبر من أرصفة "الوصول" وتحتوي على مساحات تخزين لاحتفال وصول أكثر من قطار في آن واحد.

ويكون من المفضل أن تصمم محطة (أو أكثر) في وسط الخط على أنما نهائية ثانوية تحتوي على مساحات تخزين القطارات بأعداد تتناسب مع طول الخط وزمن الرحلة وهذا يساعد على توزيع القطارات بانتظام في الساعة الأولى من بداية التشغيل (صباح كل يوم) حيث تنطلق القطارات صباحاً من ثلاث نقاط أو أكثر حسب طول الخط وهم المحطتان النهائيتان والمحطات النهائية الثانوية وبالمثل تتوقف القطارات في ثلاث نقاط أو أكثر في نهاية التشغيل (ليلة كل يوم).

تحتوي المحطات النهائية على مساحات أكبر مخصصة لخدمة مشغلي وسائقي القطارات مثل: غرفة استراحة وتغيير ملابس، مطعم وجبات خفيفة، غرفة للمبيت، بالإضافة الى مساحات أكبر مخصصة للصيانة الخفيفة والسريعة  
المحطة الوسطية

ليس لها أي ملامح أو متطلبات تتعدى المتطلبات الأساسية لمحطات نقل الركاب

#### المحطات التبادلية

توجد المحطات التبادلية حيث يتوفر للراكب التغير من وسيلة مواصلات الى أخرى أو من خط الى خط من خطوط المترو أو من المترو الى السكك الحديدية المختلفة.

يسمو الاتجاه العالمي نحو توفير الاتصال الكامل بين وسائل المواصلات العامة بحيث تكون كل وسائل المواصلات عبارة عن شبكة متصلة في المدينة ككل ومن صور هذا الاتصال أن يقوم الراكب بدفع

الأجر للرحلة الكاملة التي يريد أن يقوم بها مرة واحدة بغض النظر عن عدد وأنواع وسائل المواصلات التي يستخدمها كما في مدينة Wear and Tyne - بريطانيا<sup>(١)</sup> وذلك لتشجيع ساكني المدن الكبيرة على ترك السيارات الخاصة واستخدام المواصلات العامة وهذا ينعكس بدوره على انخفاض الكثافة المرورية على الطرق الآلية. وتقليل نسبة تلوث الهواء بعوادم السيارات.

يعتمد نجاح التصميم المعماري لهذه النوعية من المحطات في أولاً: توفير سهولة وحركة الركاب أثناء انتقالهم من وسيلة مواصلات الى أخرى وذلك عن طريق خطة كاملة ومحكمة في توزيع العلامات الإرشادية مع النجاح في تصميم الممرات والطرق التي تنقل الركاب من منطقة الى أخرى. ثانياً توفير المتطلبات الملحة والسريعة للراكب مثل مناطق بيع الجرائد والأطعمة السريعة والمقاهي مع توفير وسيلة الترفيه المطلوبة للراكب المنتظر بضع دقائق مثل أعمال الدعاية والإعلان الجذابة أو شاشات عرض فقرات سريعة ١٠٠٠٠ الخ.

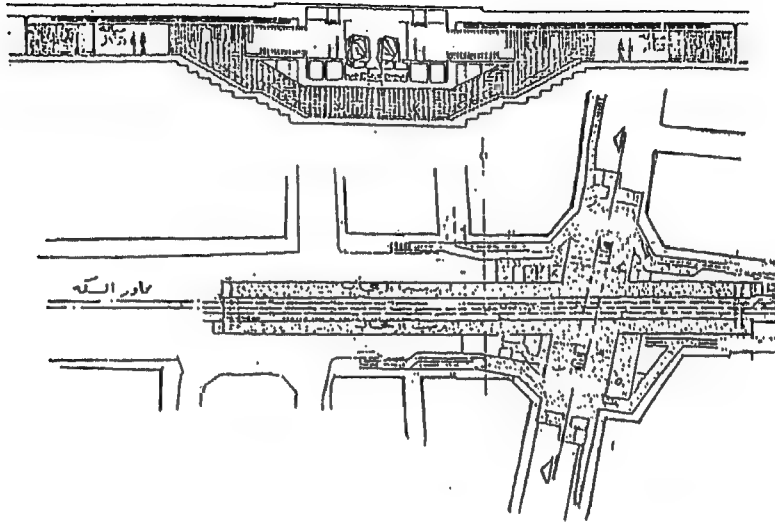
شكلاً (٣-١٠)، (٣-١١) يوضحان مثالين لمحطتين تبادليتين بين نوعين من خطوط السكك الحديدية

٣-٢-٣- الأنماط التصميمية لمحطات نقل الركاب بناءً على موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه خط المترو

يختلف تصميم محطة نقل الركاب بناءً على موقع المحطة داخل النسيج العمراني الذي يخترقه الخط فهناك نمط للمحطات داخل مناطق عالية الكثافة البنائية والسكانية ونمط آخر للمحطات التي تقع في الضواحي و المناطق الريفية Suburban Station (ذات الكثافة البنائية المنخفضة) وهذا بالإضافة الى نمط ثالث لمحطات المطارات Airport Station.

٣-٢-٣-١ محطات داخل مناطق عالية الكثافة البنائية والسكانية (ذات نسيج حضري مدمج)  
غالباً ما تضاف هذه النوعية من المحطات على النسيج العمراني بعد اكتمال تكوينه فيتم تصميم المحطة بعد ثبات الشكل الحضري والمعماري للمنطقة وعليه يخضع المصمم لكل قيود الموقع ليتمشى في أغلب الأحوال الطابع المعماري للمحطة مع المنطقة المحيطة، ويحترم تنسيق موقع المحطة بما فيه من طرق وممرات السيارات والمنشآت مما يزيد من القيود على تصميم مداخل ومخارج المحطة، ويحترم قوانين البناء والحالة الإنشائية للمباني المحيطة ١٠٠ الى آخره من قيود ظروف الموقع المحيط وغالباً ما تقام هذه المحطات تحت الأرض نظراً لصعوبة توقيعها في موقعها سطحياً.

(1) Harold, I. The Impact of Metro and Public Transport Integration in the Tyne and Wear. In The Metro Report- (1982)



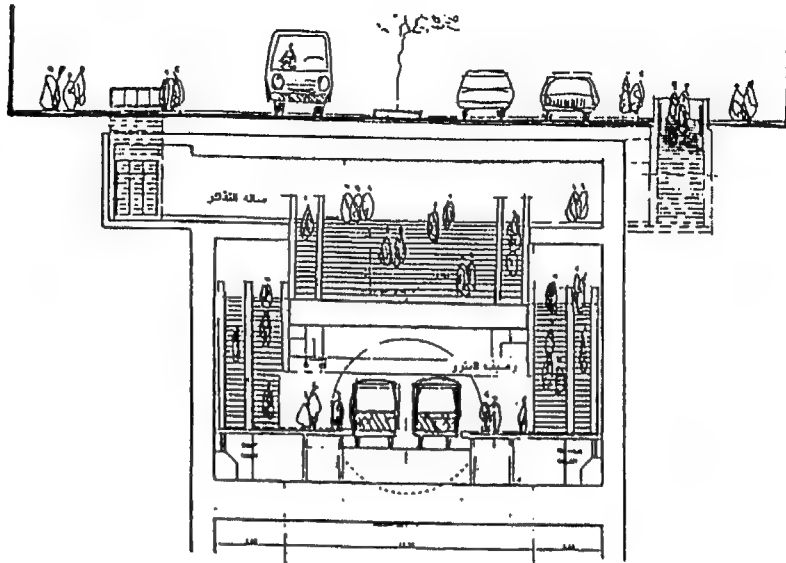
شكل (٣-٨) يوضح محطة ذات صالتي تذاكر في نفس منسوب السكة - حيث يتم

نقل الحركة بين الأرصفة عن طريق أنفاق "تحت منسوب السكة"

المصدر: أبو الجهد، محمد محمود (١٩٩٧)، محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية.

مشروع محطات مترو الأنفاق - حالة دراسية. بحيرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات

محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الثاني (شبرا الخيمة - الحيرة)



شكل (٣-٩) يوضح مثال لمحطة تحت أرضية ذات صالة تذاكر وحيدة فوق منسوب السكة

حيث تم استغلالها لنقل حركة الركاب بين الأرصفة - مشروع مترو أنفاق

القاهرة الكبرى

المصدر: المرحع السابق

### ٣-٢-٢-٣ محطات الضواحي - المناطق الريفية Suburban Station

غالباً ما يتبع المدن الكبيرة عدد من الضواحي الهادئة التي توجد على أطراف المدينة وغالباً ما تكون قد خصصت بكاملها للسكن أو للصناعات الخفيفة وفي جميع الأحوال تحتاج تلك الضواحي الى وسيلة مواصلات سريعة ومريحة تربطها بقلب المدينة مما يتطلب إقامة محطات لخطوط السكك الحديدية التي تخترق المدينة في تلك الضواحي. وبالمثل قد يتبع المدن بعض القرى الزراعية، وفي كلا الحالتين فإن إقامة محطة في ضاحية أو منطقة ريفية يرفع من المستوى الاقتصادي ويساعد على التنمية الاجتماعية للمنطقة المحيطة بالمحطة عن طريق زيادة الخدمات . ولكن في حالة المناطق الريفية يجب أن تخضع هذه التنمية لتخطيط جيد بحيث تقتصر على فتح أسواق عمل جديدة أو إقامة خدمات إضافية مثل أسواق تجارية لتسويق المنتجات الريفية لهذه المنطقة - إقامة مدارس ومعاهد تعليمية - إقامة تجمع للخدمات الإدارية المطلوبة للخدمة هذه المنطق دون تحويل المناطق الزراعية الى مناطق سكنية.

الشكل المعماري لهذا النمط من المحطات

قد تفتقر المناطق الريفية أو الضواحي إلى الطابع المعماري المميز لهذا يكون للمصمم كل الخبرة لإبداع تصميم متفرد للمحطات خالي من أية قيود تفرضها عليه المنطقة أو ظروف الموقع. تصنف المحطات في الضواحي والمناطق الريفية تبعاً لموقعها الى نوعين هما<sup>(١)</sup> :

#### أ-محطات الوسطية (الجزيرة) Island Station

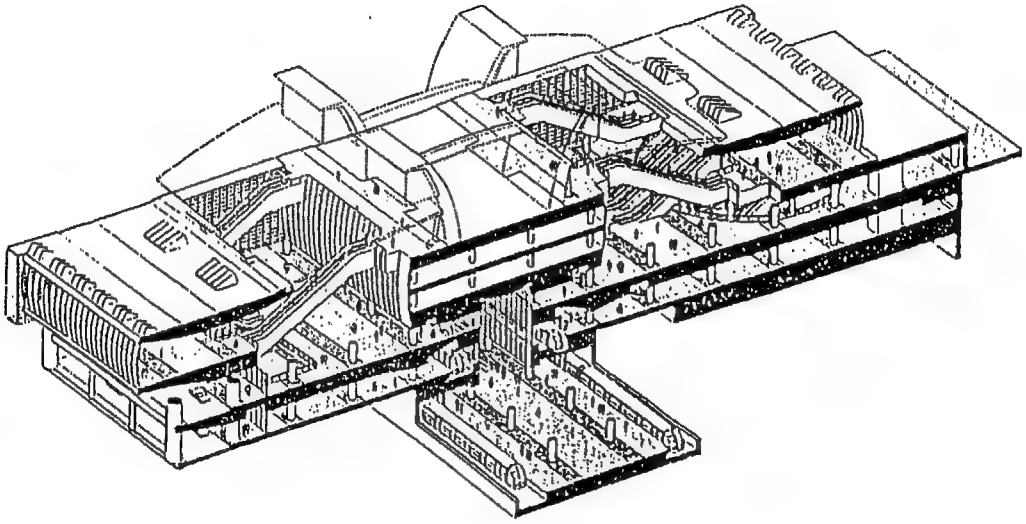
وهو النمط المتعارف عليه في المناطق ذات الكثافة غير العالية والضواحي حيث يكون موقع المحطة معزولاً عن النسيج العمراني عن طريق مسطحات انتظار سيارات ومواقف سيارات الأحرة لنقل ركاب من المحطة الى باقي مناطق الضاحية (شكل ٣-١٢). وتظهر المحطة واضحة كعلامة مرئية Land mark ذات تصميم مستقل وسط ضاحية قليلة المعالم، مثال ذلك محطة حلوان-الخط الأول مترو أنفاق القاهرة الكبرى

#### ب-محطة الميدان Square Station

ليعطي الموقع التميز داخل ميدان له ثقل معماري وحضري للمحطة حيث يوفر الموقع فراغ مغلق محاط بأشجار - محلات تجارية التي يحتويها الميدان ويتم تمييز مداخل المحطة عن طريق تنسيق موقع الميدان ويصبح التسايع الحركي للراكب بدءاً من الميدان ثم إلى فراغ مدخل المحطة ثم الى صالة التذاكر ثم الى الرصيف انتهاءً بالقطار.

مقارنة بحالة المحطات الواقعة بالنسيج الحضري المدمج حيث تتضمن المحطة الأنشطة التجارية داخل فراغ المدخل، يكون النشاط التجاري في حالة محطة الميدان هو امتداد طبيعي لفراغ المدخل الى الميدان وبالعكس بحيث يتحقق اندماج المحطة داخل البيئة الحضرية بنجاح.

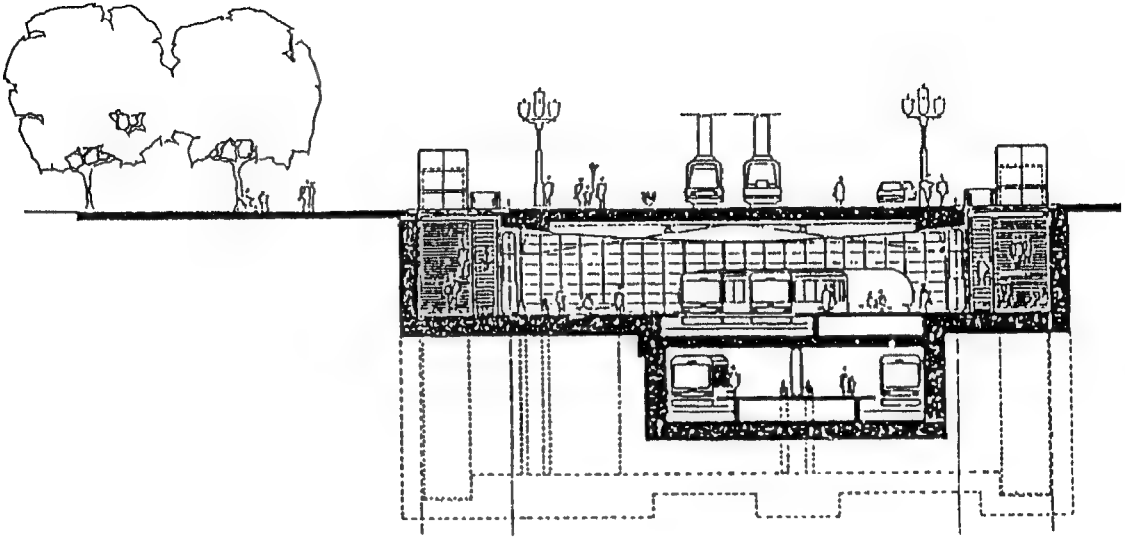
(1) Edwards, B. In The Modern Station - New approaches to railway architecture E.& FN SPON 1997.



شكل (٣-١٠) يوضح مثال لمحطة تبادلية بين خطين من السكك الحديدية

رسم مجسم لمحطة كولون - هونج كونج

المصدر: Edwards, B. The Modern Station -  
New Approaches to Railway Architecture  
 E & FN SPON London UK.-1997



شكل (٣-١١) يوضح مثال لمحطة تبادلية لخطي سكك حديدية تحت أرضية وخط ترام علوي

قطاع مار في محطة روثاس - مشروع خط V5 بوهوف - برلين - ألمانيا

المصدر : المرحوم السابق



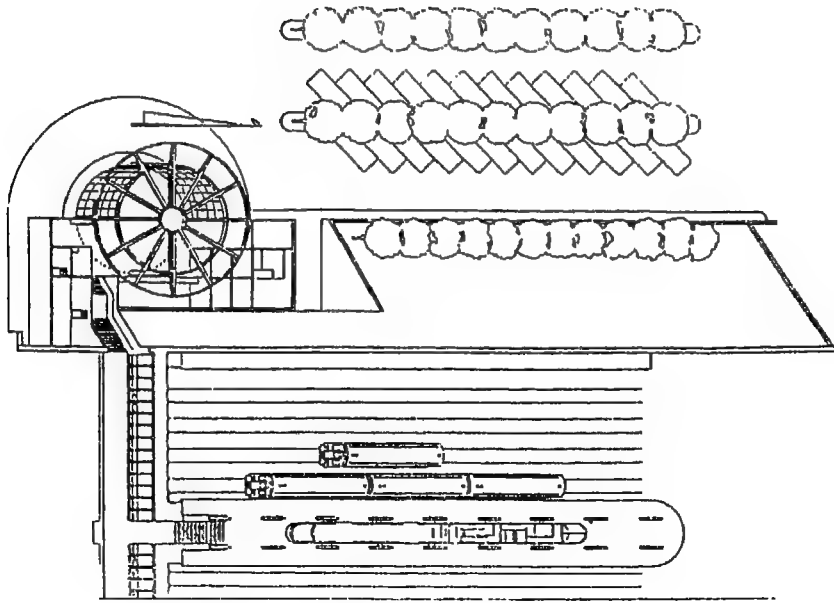
### ٣-٢-٣-٣ - محطات المطارات Airport Station

نظراً للتوسع في وسائل النقل الجوي والإقبال المتزايد على استخدام هذه الوسيلة السريعة للنقل لمسافات طويلة ونظراً للمتطلبات الفنية للمطارات التي تختم وجود المطار على أطراف المدينة فقد أصبح من المنطقي توفير وسيلة مواصلات سريعة وأقل تكلفة لنقل المسافر الجوي من المطار الى وسط المدينة أو المناطق السكنية داخل المدينة وبالعكس ويكون المترو هو أفضل وسيلة مواصلات تخترق قلب المدينة وتتصل بباقي وسائل المواصلات وذلك عن طريق إقامة محطة ذات خصائص معمارية مختلفة عن المحطات العادية داخل المطارات. (شكل ٣-١٣)

#### الخصائص المعمارية لهذا النمط من المحطات:

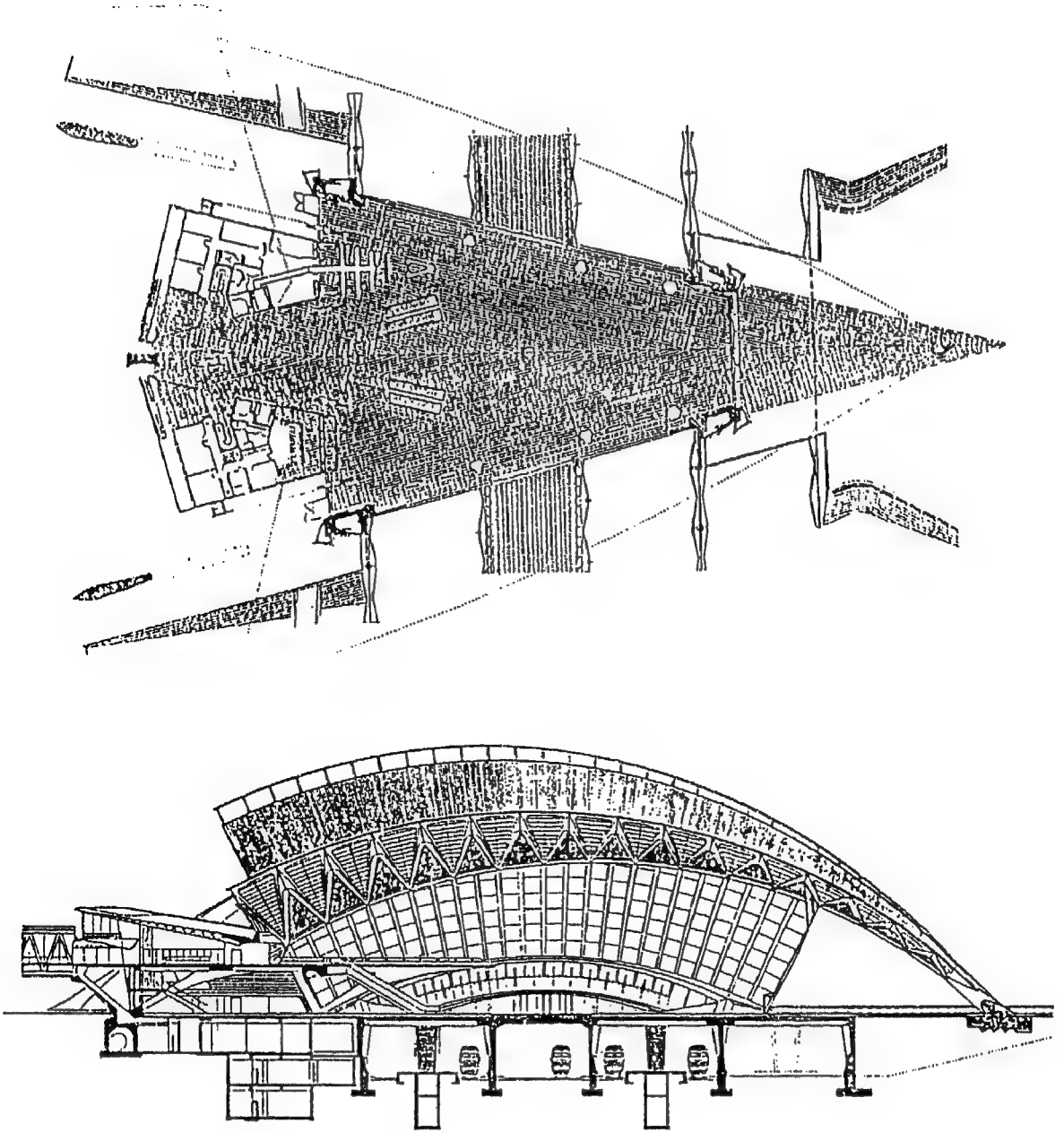
وتختص عمارة هذه المحطات بتوافر طرق لربط المحطة بالمطار بسهولة وذلك بتمييزها بقصر المسافات وسهولة التعرف على المسارات وتوحيد اتجاهات السير لزيادة انسيابية الحركة ووجود الوسائل المطلوبة لنقل الأمتعة والحقائب

أما بالنسبة للمحطة نفسها فنرى تمييزها بالاعتناء بالمساحات والأبعاد المناسبة لمتعلقات وأمتعة المسافرين مع توفير مسطحات حركة أوسع من المحطات العادية والتكنولوجيا المطلوبة لسهولة نقل الأمتعة والحقائب من المطار الى القطار وتوفير العلامات الإرشادية بطريقة واضحة خاضعة للإشارات العالمية ومزودة باللغات الأجنبية لسهولة حركة الأجانب ويفضل أن تكون الحركة الرأسية بواسطة السلم والسيور المتحركة.



شكل (١٢-٣) يوضح الموقع العام لمحطة "رد ميل" - إنجلترا - مثال لمحطة تقع في ضواحي المدينة

المصدر: Edwards, B. The Modern Station -  
New Approaches to Railway Architecture.  
 E & FN SPON London UK.-1997



شكل (٣-١٣) محطة ليون ساتولا-باريس-فرنسا

(أ) المسقط الأفقي للمحطة التي تعمل مع مطار ليون بحيث يتضح فراغ التوزيع الكبير مع وجود سلاّم كهربائية لسهولة الحركة والعناصر الإنشائية التي تساعد في توجيه الركاب

(ب) قطاع طولي في صالة التوزيع للمحطة

## ٣-٣ خلاصة

يتكون مشروع المترو من خطوط السكك الحديدية - مباني المحطات - مباني ملحقة - ورش للصيانة. تتنوع الأنماط التصميمية للمحطات حسب مسار الخط ومناسيبه - موقع المحطة بالنسبة للخط - موقع المحطة داخل النسيج الحضري الذي يخترقه الخط.

اتفقت كل الأنماط التصميمية للمحطات في أن المحطة يجب أن تحتوي على ثلاث عناصر رئيسية هي: المداخل التي تنقل الراكب الى داخل المحطة وصالة التذاكر حيث يحصل الراكب على التذكرة الخاصة به بالإضافة الى ممرات حركة الراكب من وإلى صالة التذاكر وأرصفت انتظار القطارات.

اختلفت الأنماط التصميمية للمحطات في كيفية معالجة الثلاث عناصر الرئيسية وعلاقتها بالنسبة لبعضها حيث تعدد صور صالة التذاكر (صالة تذاكر وحيدة - صالتي تذاكر على جانبي سكة القطارات - صالة تذاكر أعلى منسوب السكة - صالة تذاكر أسفل منسوب السكة ٠.٠٠٠ الخ) وتعددت صور أرصفة انتظار القطارات (رصيفين جانبيين - رصيف واحد مركزي يخدم سكتي القطارات).

وسيتم مناقشة هذه العناصر الأساسية ومعاييرها التصميمية في الفصل الرابع.

## الفصل الرابع

المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض

- تحديد مشاكل التواجد تحت الأرض
- العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض
- المعالجات المعمارية لفراغات المحطات تحت الأرضية ومشكلاتها
- أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية

## الفصل الرابع

### ٤- المعايير التصميمية للفراغات المعمارية تحت الأرض

#### ٤-١-١-٤ - تمهيد

على الرغم من كثرة مميزات الإنشاء تحت الأرض التي سبق عرضها في الفصل الأول جزئية ١ - ٣ إلا أن التصميم المعماري للفراغات تحت الأرض يواجه الكثير من المشاكل التي يجب على المعماري التغلب عليها بقدر الإمكان أثناء التصميم ويقاس نجاح التصميم المعماري بمدى تحقيق الحلول لتلك المشاكل

#### ٤-١-١-٤ - مشاكل التواجد تحت الأرض<sup>(١)</sup>

أولاً: يجب التعرف على الآثار النفسية والسيولوجية للوجود تحت سطح الأرض وأسبابها حتى يمكن التوصل لطرق خلق بيئة تحت أرضية صحية. فقد تم نقل هذه الآثار السلبية عن الصورة الذهنية التي ترسخت عبر التاريخ والثقافات والتجارب الشخصية لمستخدمي الفراغات تحت الأرضية مثل الكهوف الطبيعية التي استخدمت قديماً كآوى وبعض المنشآت (من صنع الإنسان) مثل المقابر والقبوات المؤدية لأماكن الهروب والاختباء أثناء الغارات والحروب، فكانت هذه الفراغات مظلمة وباردة ورطبة وقليلة الهواء مما أعطى الإحساس بالغموض والخوف. .... الخ أيضاً مرتبطة في الأدهان باخوف وانقباض الروح.

ثانياً: عدم ظهور المبنى فوق سطح الأرض يتسبب في عدم وضوح صورة المبنى للمستخدم وهو في طريقه للمبنى. ثالثاً: الحركة أثناء التزول للمبنى تحت الأرض دائماً ما تكون الى أسفل وهذا قد يولد إحساس سلبي مثل الخوف وعدم الرغبة في التقدم. رابعاً: الوجود داخل المبنى تحت الأرضي وعدم اتصال المبنى بالبيئة الخارجية عن طريق النوافذ والواجهات قد يفقد رواد المكان للتوجيه داخل الفراغ Disorientation خامساً: الوجود داخل أماكن محكمة الانعزال عن البيئة الخارجية (السطحية) قد يولد لدى مستخدم الفراغ عدم الثقة في إمكانية الهروب والنجاة أثناء حالات الطوارئ وبالتالي عدم الأمان. وأخيراً: الإضاءة والتهوية الصناعية تعطي الإحساس بعدم الراحة

(1) John Carmody – Part 2: Design for people in underground facilities. In Underground Space Design

#### ٤-١-٢- الخطوط العريضة لحل مشاكل التواجد تحت الأرض

تنحصر استراتيجية معالجة مشاكل التواجد تحت الأرض في الاهتمام بالحركة وتنويع النشاط وسعة المكان بالإضافة للتصميم الداخلي للمحطة بمعنى أن نوع النشاط داخل الفراغ يتطلب الحركة والحيوية فهذا في حد ذاته يبدد الشعور بالخوف عكس النشاط الروتيني الممل، فنرى أن رواد "المحلات متعددة الأدوار" لا يشكون من قلة اتصالها بالبيئة الخارجية أو انغلاق المكان نظراً لديناميكية النشاط القائم به والاحتكاك المستمر بين بعضهم البعض، سعة المكان واحتوائه على أكثر من نشاط يعطي حيوية للمكان ويقلل من الإحساس بالخوف من الوجود تحت الأرض، وتقوم كفاءة التصميم الداخلي وتوزيع الإضاءة والأثاث ومواد التشطيب بمعالجة الإحساس بالملل وسيطرة الشعور بالخوف على رواد المكان. ونعرض في الجزء التالي عرض أكثر تفصيلاً لكل المشاكل والمعالجات المعمارية المقترحة وذلك للعناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض.

#### ٤-٢- العناصر الأساسية المكونة للفراغ المعماري لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

##### ٤-٢-١- المداخل والعناصر المرئية فوق سطح الأرض المتعلقة بالمداخل

يقوم المدخل بدور هام سواء في المباني فوق سطح الأرض أو المباني تحت سطح الأرض حيث يعطى للمستخدم الإحساس بالوصول ويمثل للشخص الداخل النقطة المكانية والنفسية بين البيئة الخارجية والداخلية، حيث يكون النقل من العالم الخارجي إلى داخل المبنى عن طريق تغيير في الإضاءة - تغيير في الصوت - تغيير في الاتجاه - تغيير في الأسطح والمناسيب - تغيير في الإحساس بالانغلاق عن طريق استخدام بوابات.

يفضل أن يكون أول ما يلمحه الشخص المقرب من المبنى المدخل حتى يبدأ في الحركة تجاهه مباشرة دون أن يهدر مجهوده في البحث عنه. ويهتم المصمم بالمدخل لما له من أهمية خاصة في تصميم المبنى فهو العنصر الوحيد تقريباً المرئي من المنشأ ككل، ثانياً عادة ما تكون النقطة من الخارج للدخول من أعلى إلى أسفل مما يؤثر بالسلب على شعور مستخدم المبنى.

وتستعد الأنماط التصميمية لمداخل المباني تحت الأرض فمنها المداخل الأفقية والزاوية مباشرة بالسلام والدخول عبر فناء سفلي و مداخل تحت منشأ مفتوح ومداخل عن طريق مبنى سطحي. ونستعرض فيما يلي كل منها:

#### ٤-٢-١-١- المداخل الأفقية

تكون المداخل الأفقية بمثابة فراغ في عمق كتلة جبلية، ويكون الانتقال الى داخل الفراغ أفقياً مما يقلل من الشعور السلبي الذي ينتاب زائر المباني تحت الأرضية

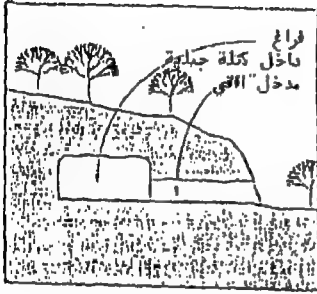
#### ٤-٢-١-٢- العزل مباشرة بالسلام

لا يكون للمدخل كتلة واضحة فوق سطح الأرض وغالباً ما يلجأ إليه المصمم عندما يكون الموقع فوق سطح الأرض لا يحتمل أي إضافة لضيق المكان أو لأنه ذو طابع معماري خاص جداً. يحتاج هذا النمط من المداخل أن يؤكد بوسيلة أخرى مثل العلامات الإرشادية أو أي علامة مرئية يوضح (شكل ٤-٢) استخدام تغطية بأشكال مميزة لمخطة من المحطات تحت الأرضية لمترو بيلباو - أسبانيا والتي نرى فيها اتفاق تصميم هذه الوحدات مع المبدأ التصميمي للمحطة نفسها فيعكس صورة المحطة تحت الأرضية فوق سطح الأرض، ويوضح (شكل ٤-٣) مدخل مباشر لا يعلوه أية تغطية أو علامات إرشادية لمخطة قطارات ستراس برج للإعلان عن وجود مبنى تحت الأرض في هذا المكان، وهو الحل المستخدم في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى ويوضح (شكل ٤-٤) أحد مداخل محطات الخط الثاني حيث استخدمت علامة إرشادية ترمز لوجود منزل محطة وخريطة للمنطقة المحيطة بالمحطة واسم المحطة

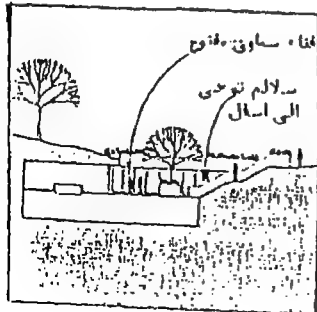
#### ٤-٢-١-٣- المدخل عبر فناء سفلي

في هذا النمط لا توجد أي مباني سطحية أعلى مداخل المبنى تحت الأرضي فتصمم المداخل من خلال فناء أسفل سطح الأرض ويكون الدخول عن طريق سلام أو منحدرات مفتوحة ويساعد على تكوين صورة خارجية للمبنى تحت الأرضي بالإضافة الى نجاح هذا تصميم في جذب الإضاءة الطبيعية الى بعض الفراغات تحت الأرضية على أن تكون تلك الفراغات غير عميقة. ويعتبر هذا الحل التصميمي من أفضل الحلول في التغلب على الخوف والشعور بعدم الرغبة في التقدم بل بالعكس يقوم الفناء المفتوح مع عناصر الاتصال الرأسية بجذب الرواد (شكل ٤-٥).

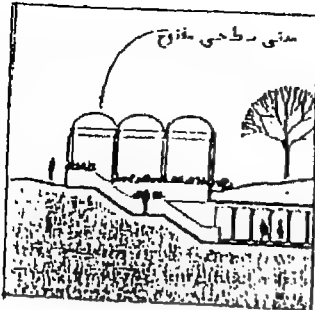




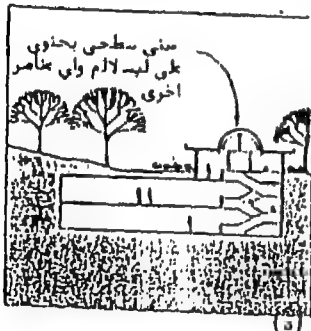
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

## شكل (٤-١)

الأنماط التصميمية للمداخل المباني

تحت الأرض:

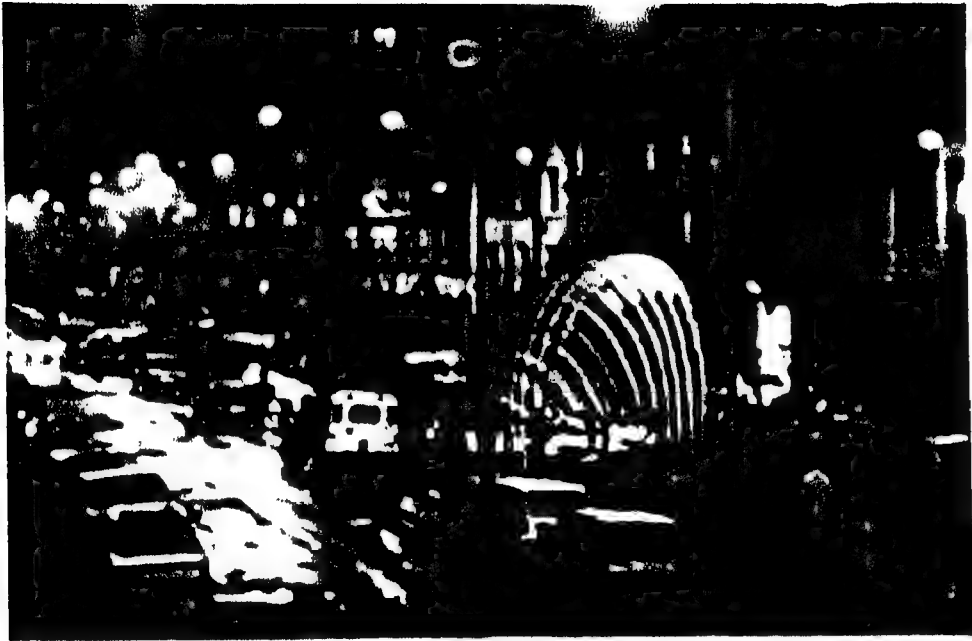
(أ) المدخل الأفقي لفراغ داخل كتلة جبلية

(ب) المدخل خلال فناء سماوي

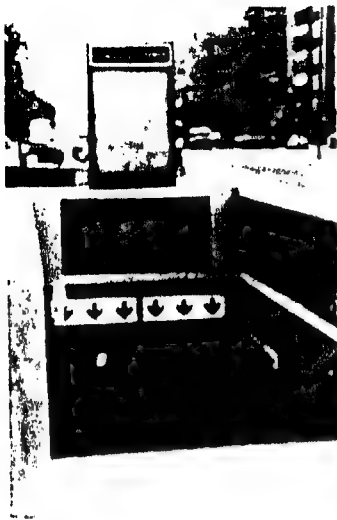
(ج) المدخل من خلال مبنى سطحي مفتوح

(د) مدخل من خلال مبنى سطحي كامل

المصدر: Raymond L. Sterling and Carmody J., *Underground Space Design, part 1 Overview of Subsurface Space Utilization*, VanNostrand Reinhold (1993).



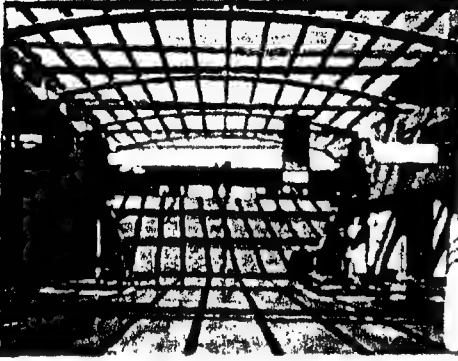
شكل ( ٤-٤ ) مدخل مباشر في منطقة ذات كثافة نباتية عالية يعملو تشطية ميرة  
محطة تحت ارضية- مترو ميلداو- اسبانيا



شكل ( ٤-٥ ) مدخل مباشر لا يعملو اي تشطية  
محطة مسرة - الخط الثاني-  
مترو انفاق القاهرة الكبرى



شكل ( ٤-٦ ) مدخل مباشر لا يعملو اي تشطية  
محطة قطارات - ستراسبورج



شكل (٥-٤)  
مدخل عن طريق فتحة سماوى مغطى  
يحتوى على سلالم ومحلات تجارية  
محطة قطارات - ستراسبورج



شكل (٦-٤)  
مدخل محطة باريس الى مترو ليون  
باريس - فرنسا

(١) لقطة توضيح منشأ خفيف  
يحتوى على سلالم الدخول  
الى المحطة

(١)



(ب) لقطة من داخل فراغ المدخل  
توضح سلالم الدخول من مستوى  
الطريق الى أرسف انتظار القطارات  
ومدى شفافية منشأ المدخل الذى  
يحقق التواصل بين خارج المبنى  
وداخله والفراغ تحت الأرضى

(ب)

#### ٤-٢-١-٤- مدخل تحت منشأ مفتوح

في هذا النمط تكون السلالم والمصاعد داخل منشأ مفتوح يمثل حماية جزئية من العوامل الجوية ويلعب دور هام في تعريف وتمييز المدخل عن بعد وفي نفس الوقت يحقق بنجاح الربط بين البيئة الخارجية والبيئة تحت الأرضية، ويوضح (شكل ٤-٦) مدخل محطة باريللي - مترو ليون من خلال منشأ خفيف يحتوي على سلالم الدخول. يساعد هذا التصميم على جذب الإضاءة الطبيعية من أعلى (البيئة السطحية) إلى داخل فراغ المحطة تحت الأرضية، وأيضاً يوضح شكل (٤-٧) محطة بلاك - مترو روتردام وشكل (٤-٨) محطة ساريكو واحدة من المحطات الهامة في خط (مترو بيلباو) اللذان يحققان بعض التكامل بين البيئة الخارجية والفراغ الداخلي.

#### ٤-٢-١-٥- مدخل عن طريق مبنى سطحي

يتكامل المدخل مع باقي فراغات مبنى سطحي يحوي عناصر الاتصال الرأسية المؤدية إلى الفراغات تحت الأرضية بالإضافة إلى بعض أو معظم خدمات المبنى (قوية - طلمبات - مصاعد.... الخ) ويشكل المبنى الحماية من العوامل الجوية. على الرغم من أن هذا النمط يتميز بوضوح المدخل على سطح الأرض إلا أنه قد لا يعطي صورة حقيقية للمبنى تحت الأرض.

#### ٤-٢-٢-٢- صالة التذاكر - التخطيط العام<sup>(١)</sup>

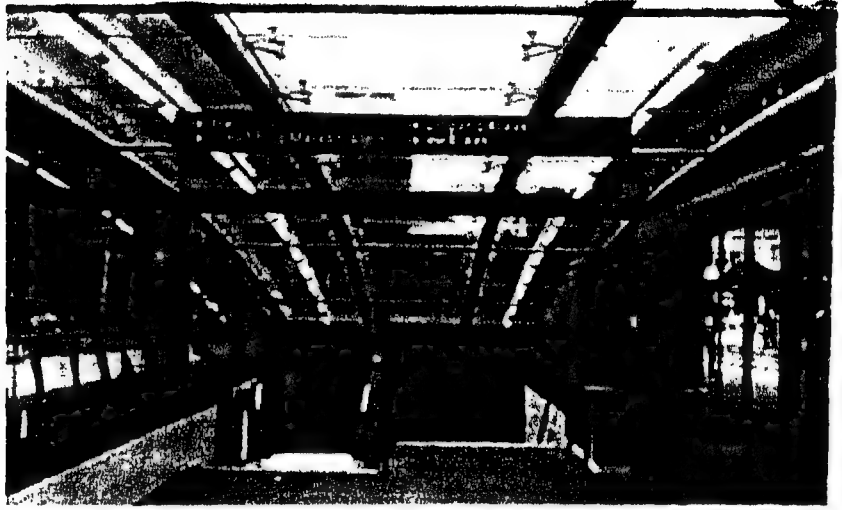
تعتبر صالة التذاكر أول فراغ رئيسي يقابل الراكب الداخل من مسوب الطريق، وفيه يتعرف الراكب على الاتجاه المطلوب والمعلومات المطلوبة لإتمام رحلته ثم يتوجه لشراء تذكرة انضوية ثم يتوجه للمنطقة التجارية المتضمنة داخل الصالة (إن وجد) لشراء ما يحتاج إليه أثناء رحلته ومنها إلى رصيف انتظار القطارات. وفيما يلي نعرض العناصر المكونة لفراغ صالة التذاكر من شباك التذاكر وغرف المراقبة وممرات الحركة وماكينات التحكم في الدخول والخروج، ترتيبها وحجمها وأشكالها وتنظيم حركة الجمهور بين تلك العناصر.

#### العناصر المحتواة داخل صالة التذاكر:

يتسم فراغ صالة التذاكر بسطوحات حركة جمهور المتريدين ويحتوي على كل العلامات الإرشادية الخاصة بالاتجاهات وخرائط للمنطقة المحيطة ومواعيد القطارات.... الخ. كقاعدة عامة<sup>(٢)</sup> يحتاج الراكب إلى ٢-٣ متر<sup>٢</sup> في صالة التذاكر حيث تكون الكثافة الأعلى في المناطق التي تبطئ بها الحركة مثل المناطق حول خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج.

(1) Edwards, B., Part One: Perspectives of Station Architecture In The modern Station E & FN Spon, London U. K. Pp 85-123 (1997)

(2) Ibid, P 98 - Quoted from British Railway Report



شكل (٧-٤)  
 محطة بلال- مترو روتردام  
 تعديد فراغ المدخل عن طريق حواضق واسقف شفافة يساعد على جذب الانضاءة الطبيعية من البيئة الخارجية  
 الى الفراغ الداخلي بالاضافة الى كونه اسلوب من اساليب تصنيف المداخل



شكل (٨-٤)  
 لقطة توضح استخدام منشاء مفتوح لتصنيف المدخل  
 محطة تحت ارضية- مترو بيلباو- اسبانيا

ومن العناصر الهامة داخل صالة التذاكر أماكن "شباك" بيع التذاكر وقد تحتوي واجهة شبك بيع التذاكر على لوحات إعلانية عن مواعيد قيام القطارات أو مسارات الخطوط (إذا كانت المحطة تخدم أكثر من خط) أو أي نوع آخر من الإرشادات بحيث يستطيع الراكب أن يحصل على معلومات سريعة أثناء شرائه للتذاكر

ثم غرفة ناظر المحطة - غرفة أمن - إسعافات أولية ..... الخ وهي الفراغات التي تساعد على إدارة حركة الجمهور والعاملين بسهولة. يجب أن تكون هذه الفراغات في مكان متوسط في صالة التذاكر بحيث يحقق سهولة مراقبة العاملين في معظم أنحاء المحطة (شباك التذاكر - العاملين على ماكينات التحكم في الدخول والخروج..... الخ) فتضمن سيولة حركة الجمهور وتأمين المكان من أي أعمال تخريبية.

ثم الخط الفاصل<sup>(١)</sup> بين المنطقة العامة Free area ومنطقة انتظار القطارات التي يطلق عليها Paid area حيث يدخلها فقط حاملو التذاكر لركوب القطارات. تتعدد صور هذا الخط الفاصل حسب نظام تحصيل التعريفية: قد يكون خط وهمي حيث يعتمد تحصيل التعريفية على أن يشتري الراكب التذكرة ويدخل منطقة "Paid Area" ويخرج منها في نهاية رحلته بما يتفق مع لمس التذكرة ويحصى هذا النظام على التفتيش المفاجئ وتغريم الراكب المخالف أو المتهرب بغرامة كبيرة، أو قد يكون الخط مكون من ماكينات للتحكم في الدخول عن طريق تمرير التذكرة المغنطة عند الدخول فقط دون التأكد منها عند الخروج في نهاية الرحلة، أو قد يكون خط فاصل مكون من ماكينات للتحكم في الدخول والتأكد من سلامة التذكرة أثناء الخروج في نهاية الرحلة وهذا النظام يضمن متابعة حركة الركاب وتحديث بيانات أعداد الركاب وعدد الرحلات اليومية ١٠٠ الخ، وهذا النظام الأكثر شيوعاً وهو المستخدم في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى وهذا يتطلب توقيع هذا الخط الفاصل في صالة التذاكر وعلى علاقة بأرصعة وصول القطارات بحيث يضمن سهولة التداول وسيولة حركة الركاب دون التكدس أثناء المرور خلال الماكينات وهذا يتوقف على مكان الماكينات بالنسبة للأرصعة.

تسوزع الماكينات (أعداد وأماكن وجود ماكينات الدخول أو الخروج بالنسبة لبعضهما البعض)<sup>(٢)</sup> بحيث يضمن سهولة وانسيابية الحركة وعدم تقاطع مسارات الداخلين مع الخارجين. يصل الركاب الداخلين إلى المحطة إلى "الخط الفاصل" متفرقين على فترات موزعة على المدة الزمنية بين القطارين المتتابعين (زمن التقاطر) بينما يصل الركاب الخارجين مجتمعين مع وصول كل قطار ويستغرقون من الوقت للوصول إلى ماكينات الخروج بما يعادل مسافة سيرهم من باب القطار إلى خط الماكينات لذا يجب أن يكون مكان خط

(١) انرجع السابق صفحات ١١٦ و ١١٧

(2) Ministry of Transportation. *At Plans. In Greater Cairo Urban Metro - General Description of the Project* (1977) & *Updating of Studies Contract 21 M First Report. Final Issue. Transport Planning - Civil Work Greater Cairo Metro Urban Line 2* (1989).

ماكينات الخروج بالنسبة للرصيف متناسب مع عدد الماكينات ومعدل مرور الركاب من خلالها. شكل (٤-٩)<sup>(١)</sup> يوضح حالتين مختلفتين من علاقة خط الماكينات بالرصيف: الحالة الأولى وهي المتحققة بمحطات الخط الأول-مشروع شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث يتوسط خط الماكينات الأرضية فيكون مسافة سير الركاب من أبواب القطار الى الماكينات شبه متساوية وهذا يعني وصولهم جميعاً في لحظات متقاربة مما يتطلب زيادة عدد الماكينات للتغلب على مشكلة التكدس أمام الماكينات. الحالة الثانية وهي المتحققة في محطات الخط الثاني وهي وجود خط الماكينات بعيد عن الرصيف (في منسوب آخر) وهذا يعني اختلاف مسافات سير الركاب من باب القطار الى السلم الذي ينقل من منسوب الرصيف الى منسوب صالة التذاكر فيصل الركاب الى خط الماكينات في تتابع مما يضمن عدم التكدس أمام الماكينات.

يعتمد عدد الماكينات على عدد الركاب المنتظر دخولهم وخروجهم من المحطة عند وصول كل قطار ومعدلات مرور الركاب من خلال الماكينات.

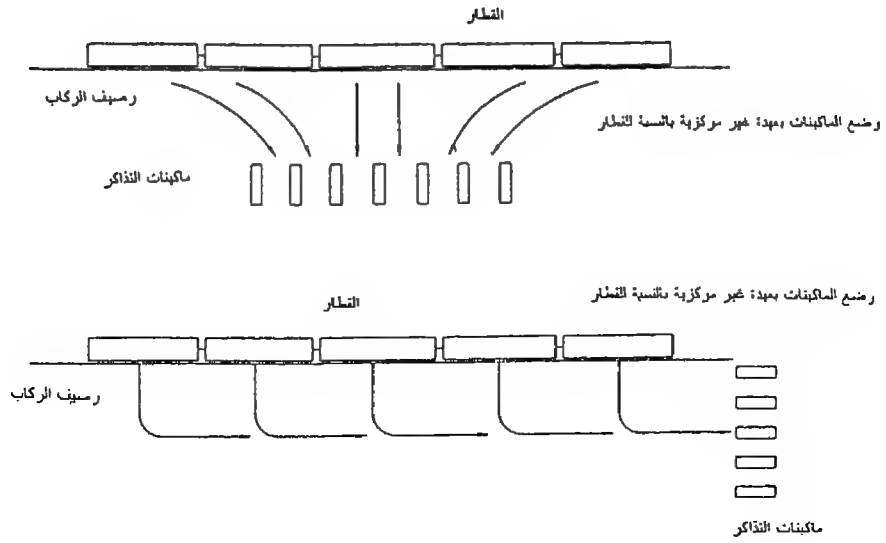
أما عن المناطق تجارية أو كافتريات لخدمة أغراض الركاب أثناء قيامهم برحلاتهم فيتحه فكر المخططون على المستوى العالمي الى ربط مشاريع النقل تحت الأرض بمجمعات تجارية تحت أرضية أو تضمينها داخل مشاريع النقل نفسها حيث تدر عائد مادي سنوي نظير تأجير المسطحات تحت الأرضية لأغراض تجارية ويستخدم هذا العائد فيما بعد في صيانة وتجديد محطات نقل الركاب بالإضافة الى الاستفادة من وجود الطرف الثاني (المستأجر) في عملية حفظ أمن وأمان المحطات، وهذا يقلل من أعباء المالك والجهاز القائم على تشغيل وصيانة المشروع. كما هو الحال في كثير من المشروعات:

كان دخل تأجير المناطق التجارية في محطة "London's Euston"<sup>(٢)</sup> يزيد عن مليون جنيه "إسترليني" في الأسبوع وهذا ما يعتبر دخل أكثر ربحية من عملية تشغيل خطوط السكك الحديدية نفسها . وفي كثير من المدن الكندية<sup>(٣)</sup> (مونتريال - تورونتو) وبالتحديد داخل قلب المدينة تم إنشاء مراكز تجارية ضخمة متكاملة مع محطات سكك حديدية تحت أرضية وكذلك في اليابان (أوساكا) بالإضافة الى عشرين مدينة ممتدة من الشمال "سابورو" الى الجنوب "هوكايدو" ، كما في باريس - فرنسا مجمع "Les Halles" مما يؤكد الاتجاه العالمي في ربط الأنشطة التجارية بمشاريع نقل الركاب تحت الأرض لما له من جدوى مادية لا يستهان بها في ميزانيات المشاريع تحت الأرضية.

(١) أبو النجد محمد محمود ، محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية. مشروع محطات مترو الأنفاق - حالة دراسية ١٩٩٧

(2) Edwards B, *Perspective on Station Architecture In The modern Station. New Approaches to Railway Architecture*, E&FN Spon. London UK. P.116 - 1997

(3) Carmody J. *Part 2 Design for people in Underground Facilities. In Underground Space Design* . pp. 80-83



شكل (٩-٤) يوضح حالتين مختلفتين من علاقة خط الماكينات برصيف انتظار القطارات واستغلال مسافة السير لتقليل التكدس أثناء وصول القطار

المصدر: أبو الخد، محمد محمود (١٩٩٧)، محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية، مشروع محطات مترو الأنفاق - حالة دراسية. حرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الثاني (شبرا الخيمة - - الحيزة)



#### ٤-٢-٣- أرصفة انتظار القطارات

هو المكان الذي يلتقي فيه الراكب مع القطار في حالة المغادرة أو هو أول ما يراه الراكب من داخل القطار فيتعرف على المحطة التي يريد أن يصل إليها فيتحقق الهدف الرئيسي للمحطة في حد ذاتها. طول وعرض الرصيف هما المحددان الرئيسيان لتشكيل فراغ الأرصفة فيحدد طول الرصيف بطول القطار المستخدم في المشروع كما يعتمد تحديد عرض الرصيف على حجم المحطة وأعداد الركاب المترددين أثناء وصول أو مغادرة القطارات (عدد الركاب/قطار).

#### ٤-٣- المعالجات المعمارية المفضلة لمعالجة فراغات المحطات تحت الأرضية

وبالمقارنة مع المباني التقليدية فوق سطح الأرض تحتاج المباني تحت الأرض الى مداخل تصميمية مختلفة لخلق فيها المصمم مكان يتغلب فيه رواده على مشكلة فقد الاتجاهات Disorientation وعدم الاتصال بالعالم الخارجي.

وتتلخص المشكلة في فقد الإحساس بالاتجاه نتيجة عدم قدرة الشخص داخل الفراغ تحت الأرضي أن يلم بكل أبعاد الفراغ وعدم وجود أية فتحات أو نوافذ تربط هذا الفراغ بالبيئة الخارجية الذي يؤدي بدوره الى الشعور بالمحدودية وعدم التفاعل مع البيئة الخارجية مثل المناخ المحيط أو الاستدلال عن الوقت عن طريق التغير في مقدار سطوع الشمس وشدة الاستضاءة الطبيعية على مدار ساعات اليوم الواحد... الخ.

#### ٤-٣-١- تصميم الفراغ تحت الأرضي بحيث يحتوي على فناء مفتوح الى السماء<sup>(١)</sup>

استخدام الفناء السماوي داخل الفراغ تحت الأرضي يساعد على تخلل ضوء الشمس داخل الفراغ فيخلق مشاهد متجددة وعلاقة مع البيئة السطحية ويساعد على التوجيه وهذا بالأخص إذا كان الفناء جزء من الفراغات التي يرتادها الجمهور أثناء حركته داخل الفراغ شكل (٤-١٠).

#### ٤-٣-٢- استخدام النوافذ الداخلية<sup>(٢)</sup>

استخدام النوافذ الداخلية لخلق مناظر على مدى أبعد من حدود الفراغ وذلك عن طريق استخدام الفناء المقترح لتطل عليه النوافذ للفراغات المختلفة أو طرقات الحركة للتغلب على الملل والإحساس بالانغلاق والانعزال.

(1) Carmody, J. Part 2 Design for People in Underground Facilities. In Underground Space Design, Pp 206-20

(2) المرجع السابق صفحات ٢١٥ و٢١٦

وقد أجريت دراسة لترتيب أفضلية المناظر التي يفضل المستخدم أن يطل عليها خلال النوافذ، وخلصت إلى تمييز العناصر الآتية بالأفضلية حيث تفضل المشاهد الذائخة بالتفاصيل ثم مشاهد السماء أو الأفق أو الأرض ثم مشاهد طبيعية أكثر منها عمرانية ثم مشاهد متحركة أكثر من المشاهد الثابتة يستطيع المصمم أن يخلق أي من تلك المشاهد المفضلة داخل إطار فناء سماوي حسب إمكانية الموقع والمشروع ليتغلب على مشكلة قلة النوافذ في الفراغات تحت الأرضية كما هو موضح في شكل (٤-١١).

#### ٤-٣-٣- تصميم مناطق داخل الفراغ الرئيسي ذات شخصية مميزة<sup>(١)</sup>

يمكن تصميم مناطق داخل الفراغ الرئيسي ذات شخصية مميزة عن طريق وضع بعض العناصر المعمارية ذات التفاصيل الدقيقة. مما يساعد على رسم الخريطة الذهنية والتوجيه داخل الفراغات تحت الأرضية. كيفما تم تصميم محطة بروباتريا - مترو فترويل حيث تم تمييز فراغ متوسط مضمن الشكل تحتوي على سلالم تؤدي إلى رصيف انتظار القطارات مع تصميم فتحات في سقف صالة التذاكر لاستدراج الإضاءة الطبيعية إلى منسوب الأرضية.

#### ٤-٣-٤- تشكيل الفراغ هندسياً بحيث يتمتع بشيء من التعقيد<sup>(٢)</sup>

من المفضل أن يقسم الفراغ الكبير إلى فراغات صغيرة شبه مفصولة عن الفراغ الكبير وتطل عليه وهذا التكوين في تشكيل الفراغ مرغوب فيه فهو يستفز فضول رواد المكان لفهم التكوين الفراغي ورسم صورة ذهنية بعد بذل شيء من المجهود وهذا يعطى انطباع باتساع المكان ويقتل الإحساس السلي الذي قد يستولي على رواد الفراغات تحت الأرضية.

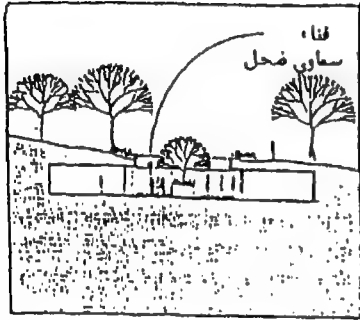
#### ٤-٣-٥- تصميم بيئة دافئة زاهية وريحة<sup>(٣)</sup>

الألوان من العناصر المؤثرة في جاذبية التصميم الداخلي فهي تساعد على خلق فراغ دافئ ورحب.

#### ٤-٣-٦- استخدام الخط والشكل النمطي أو الزخرفي والملمس في تصميم العناصر الداخلية<sup>(٤)</sup>

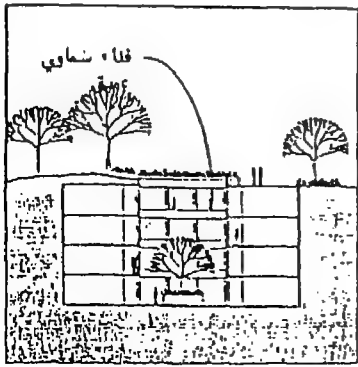
استخدام هذه العناصر يزيد من إتساع الفراغ فالأشكال النمطية واختلاف الملمس يؤدي إلى زيادة التفاصيل في الفراغ وعليه يزداد حب استطلاع مستخدم الفراغ ليكتشف كل التفاصيل وهذا يعني أن المستخدم يترجم الفراغ إلى خريطة ذهنية في وقت طويل بعكس التصميم الداخلي المفتقر إلى التفاصيل بحيث يسهل بنظرة عابرة ترجمته إلى خريطة ذهنية ويؤثر حجم العنصر المتكرر (المقياس) على الإحساس بأبعاد الفراغ، كما هو موضح في شكل (٤-١٢) الذي يوضح فيه الأعمال الجدارية على أرضية مترو

(١) المراجع السابق صفحات ٢١٣ و ٢١٤  
(٢) المراجع السابق صفحات ٢١٩ و ٢٢٠  
(٣) المراجع السابق صفحات ٢٣١-٢٣٣  
(٤) المراجع السابق صفحات ٢٣٤ و ٢٣٥

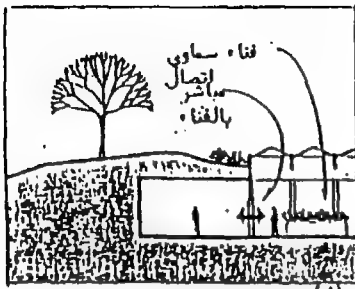


(١)

شكل (٤-١٠)  
تصميم الفراغ تحت الأرض بحيث يحتوي  
على فناء سماوي  
(أ) فناء سماوي لبني قريب من سطح الأرض  
(ب) فناء سماوي لبني عميق

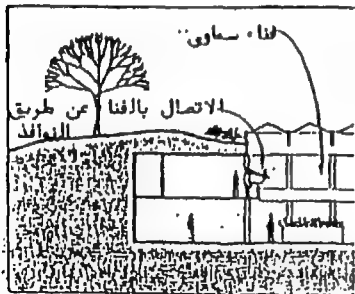


(ب)



(أ)

شكل (٤-١١)  
استخدام النوافذ الداخلية في الفراغات  
تحت الأرض  
(أ) نافذة تتصل مباشرة بالفناء السماوي  
(ب) نافذة تتصل عن طريق غير مباشر



(ب)

بالفناء السماوي  
المصدر: Raymond L. Sterling and Carmody J., *Underground Space Utilization*,  
Design part 1 Overview of Subsurface Space Utilization,  
VanNostrand Reinhold (1993).

لشبوينا - البرتغال ذات مقياس صغير وكثير التفاصيل مع استخدام اللون الأزرق مما أثر على الإحساس بوسع المكان

مشروع "خطوط سكك حديدية" تحت الأرض له طبيعة خاصة من حيث أن الراكب لا تنحصر علاقته بالمشروع في محطة واحدة فقط ولكن تكون علاقته بالخط كاملاً فهو يدخل محطة ما ليسبداً رحلته ويمر ببقايا محطات الخط وهو داخل القطار وينتهي بمحطة الوصول. لذا يكون استخدام العناصر والأشكال النمطية والزخرفية والملمس ثم الألوان لها ثقل في تمييز المكان في عقول الركاب وسرعة تعرف الراكب على المحطة التي يريد أن يترك فيها القطار. مع الحفاظ على وحدة الخط ككل (محطات الخط).

وأيضاً يندرج تحت هذه الجزئية اللوحات الإعلانية بجميع أشكالها (بوستر - ألواح مضيئة - ألواح إلكترونية) التي قد تضيف على الفراغ البهجة والحيوية عن طريق تصميمها مستخدمة ألوان زاهية ومتضمنة المشاهد واللقطات التي توحي بالحركة وخاصة الإعلانات المعلقة على حوائط الممرات التي تربط العناصر الأساسية المكونة للمحطة كما في شكل (٤-١٦).

#### ٤-٣-٧- استخدام تماثيل وأشكال نحتية<sup>(١)</sup>

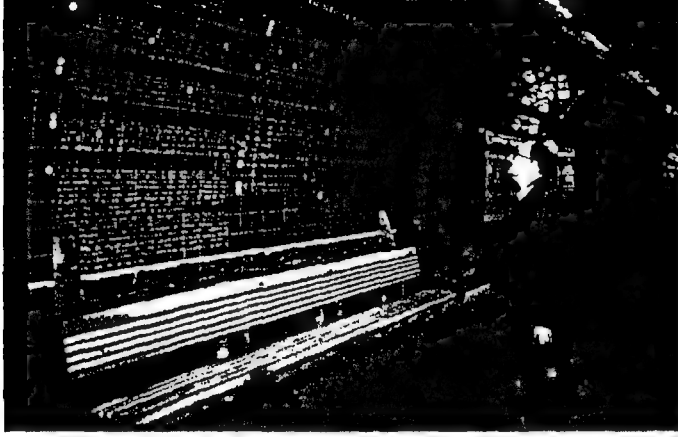
استخدام الأشكال النحتية في الفراغات المغلقة (المعزولة) مثل الفراغات تحت الأرضية يغني البيئة الفراغية من عدة جوانب فالقطعة النحتية تشكل بؤرة تجذب الأنظار نتيجة تباينها مع ما يحيط بها في اللون أو الملمس بالإضافة إلى تكاملها مع وظيفة المكان أي أنها قد تكون في موقع متوسط لفراغ كبير تتمثل في تمثال أو قطعة نحتية رمزية أو نافورة مياه تشتمل على قطعة نحتية تعطي الإحساس بصالة تجمع أو فراغ توزيع، وقد تكون أشكال نحتية متفرقة داخل تجاويف موزعة بطول الحوائط الجانبية للممرات أو العناصر الفراغية ذات الاستطالة الواضحة فتعطي إحساس بتغيير المشاهد وتبدد الملل أثناء الحركة في هذه الفراغات، ويندرج تحت هذا التصنيف أيضاً عناصر الخضرة الطبيعية كالأشجار التي تعطي الإحساس بالحيوية أثناء حركتها مع تيارات الهواء إن وجدت . ومن الممكن استخدام الإضاءة غير المباشرة خلق الخداع البصري من هذا العنصر النحتي الموجود داخل الحنايا والتجاويف الحائطية فيكون له تأثير نافذة تطل على الخارج.

#### ٤-٣-٨- استخدام اللوحات المرسومة أو المناظر الطبيعية<sup>(٢)</sup>

هذا العنصر أيضاً يضيف الحيوية للفراغ تحت الأرضي ويعطي اتساع والشعور بأن الفراغ مفتوح إلى حدود أبعد من حدود الحوائط المحيطة وهذا يعتمد على محتوى السطر (المناظر الطبيعية تؤدي هذا الدور بنجاح) ، وأيضاً تعتمد على حجم التفاصيل الموجودة باللوحه فكلما صغرت التفاصيل كلما أعطت الإحساس برحابة المكان وبعد الحائط عن المشاهد (شكل ٤-١٣).

(١) المراجع السابق صفحات ٢٤٠ و ٢٤١

(٢) المراجع السابق صفحات ٢٤٨-٢٥٠



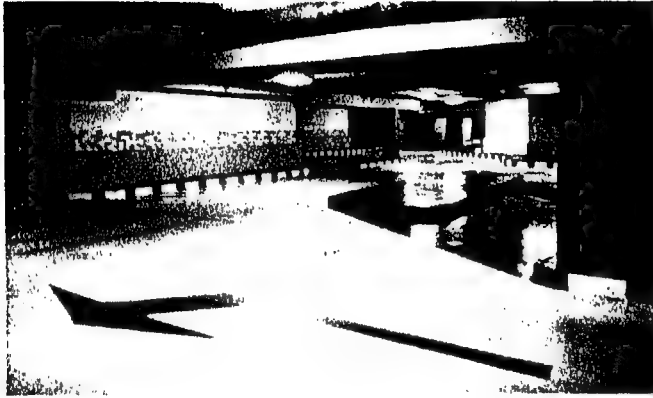
شكل (١٢-٤)

الاعمال الجدارية لارصفة محطة من محطات مترو لجيونا- البرتغال  
عبارة عن سرد تاريخي لقصة الشعب البرتغالي- تشد انتباه الراكب  
فيوقف لفترة انتظاره للقطار حتى يقرأ و يتعرف على محتويات  
العمل الفني

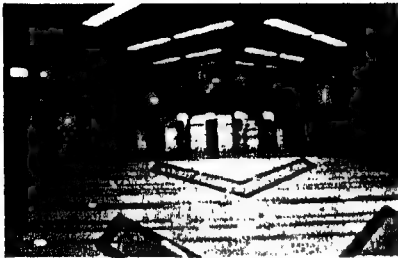


شكل ( ١٣-٤ )

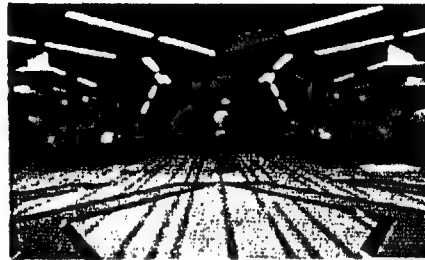
لقطة توضح الاعمال الجدارية بطول ارسفة محطة تحت ارضية  
- مترو لجيونا- البرتغال التي ساعدت على الشعور باتساع  
الفرغ عن طريق دقة تفاصيلها



شكل (١٤-٤)  
لقطة توضح استخدام العلامات الارضية لعناصر مساعدة لنظام  
العلامات الارشادية (محطة ترام ستراسبورج تحت الارضية)



( ب )

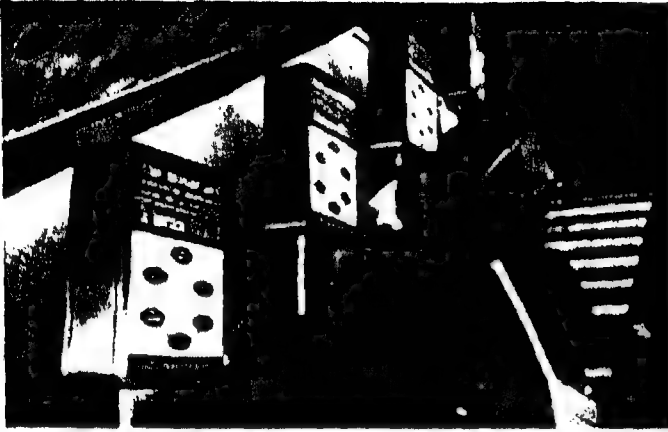


( ا )

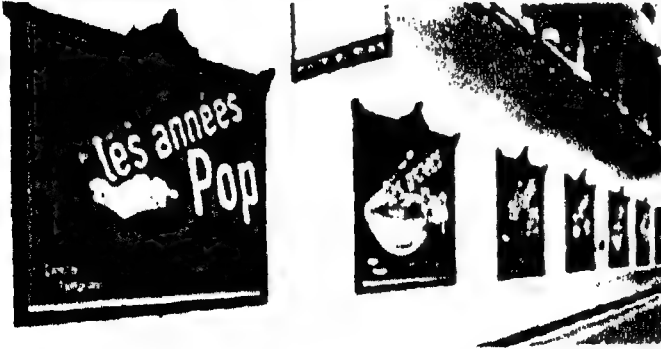
شكل (١٥-٤)  
لقطتان ا- ب يوضحان استخدام العلامات الارضية في توجيه حركة الركاب  
في معطاد مترو انفاق القاهرة الكبرى  
المط الطانى- المحطات تحت الارضية - المظلات الى المحو

## شكل (٤-١٦)

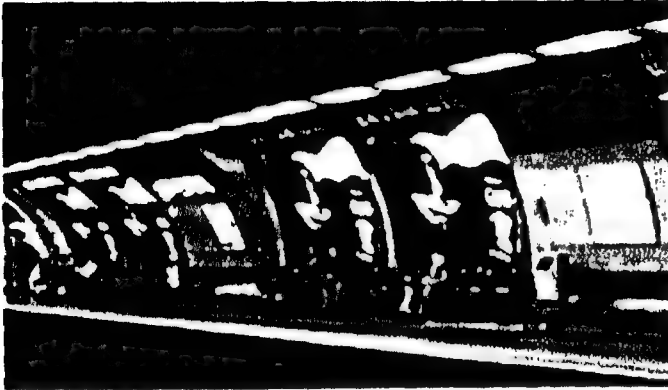
لقطة توضح استبعاد اللوحات الاعلانية  
المثبتة في مواضع مغطاة في  
المحطات تحت الارضية  
(أ) في منطقة السلالم المتحركة  
(ب) في الممرات  
(ج) على ارضية انتظار القطارات



(أ)



(ب)



(ج)

#### ٤-٣-٩- نظام واضح ومدرّس للعلامات الإرشادية والخرائط<sup>(٢)</sup>

نظراً للمشكلة التي تواجه رواد المباني تحت الأرضية أي صعوبة تصور التتابع الفراغي ورسم خريطة ذهنية للفراغات تحت الأرضية وصعوبة إيجاد الطريق Way Finding وفقدان الاتجاهات Disorientation لذا يجب أن يخضع تصميم اللوحات الإرشادية والخرائط لكل القواعد التصميمية التي تضمن نجاح دورها فيجب أن:

- تكون منظورة بوضوح تام من اتجاه الحركة المتعلق بها.
- تكون واضحة ومقروءة عن بعد وخاصة في الأماكن التي يجب أن يأخذ فيها المستخدم قراره المطلوب، كما يجب أن يكون المعنى واضح وغير قابل للبس أو سوء الفهم.
- يكون مكان اللوحات في أماكن واضحة ومتوقعة.
- تكون المعلومة واضحة ولا تحتوي على أكثر من ثلاث أو أربع نقاط.
- تميز اللوحات التي تشير إلى مكان واللوحات التي تشير إلى اتجاه.
- تستخدم اللوحات تعبيرات شائعة ومتعارف عليها ومن الأفضل أن تحتوي على إشارات أو رموز دولية.

أما بالنسبة للخرائط فيجب بالإضافة إلى ما سبق أن:

- تكون موضوعة في اتجاه الأشخاص الباحثين عن المعلومة فلا يحتاجون إلى بذل الكثير من المجهود العقلي للتخيل والتوجيه الصحيح.
- تكون بسيطة وغير مغممة بالمعلومات حتى لا تتحول إلى عنصر تضليل.
- تستخدم في الشرح والتوجيه لبعض العناصر المميزة للفراغ والتي تساعد على رسم خريطة ذهنية لدى مستخدم الفراغ وهذا تسهل على مستخدم الفراغ إيجاد طريقه سريعاً لربطه بين الخريطة الفعلية والخريطة الذهنية لديه. بالإضافة إلى العلامات والخرائط الصريحة يمكن استخدام عناصر مساعدة مثل علامات على الأرضية أو توجيه عن طريق الإضاءة والعناصر الإنشائية (شكل ٤-١٤ & ٤-١٥).

#### ٤-٣-١٠- توظيف الإضاءة الطبيعية أو ما يماثلها في تصميم فراغ يبعث على الراحة النفسية<sup>(١)</sup>

على الرغم من أن الإضاءة الطبيعية لا يعتمد عليها في أماكن العمل نظراً لتغير شدة الاستضاءة من وقت لآخر على مدار النهار إلا أنه وجد ميل شديد لدى مستخدمي الفراغات المغلقة لاستخدام الإضاءة الطبيعية أثناء عملهم لأنها تضيئ شئ من الراحة النفسية وتساعد على التفاعل مع البيئة الخارجية وتعطي إحساس بدفء المكان ، لذا فقد سعى مصمم الفراغات تحت الأرضية إلى جذب الإضاءة الطبيعية لداخل الفراغ بعدة طرق منها الفناء السماوي كما سبق تناوله وذلك للفراغات القريبة من سطح الأرض أو عن طريق

(١) المرجع السابق صفحات ٢٥٤ - ٢٥٦

(٢) المرجع السابق صفحات ٢٦١ - ٢٨٤



استخدام تقنية العدسات والمرايا لجذب الطيف المرئي من ضوء الشمس إلى داخل الفراغ ، وقد يلجأ المصمم إلى استخدام الإضاءة الصناعية التي تحاكي الإضاءة الطبيعية مستخدماً وحدات إضاءة لها نفس الطيف المرئي أو استخدام وحدات إضاءة علوية Sky Light تعلقها الإضاءة الصناعية.

#### ٤-٤-٤- أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية

يجب عند تصميم المباني تحت الأرض أن تكون آمنة من كل المخاطر والكوارث التي قد تؤثر على هذه المباني سواء كانت طبيعية مثل الزلازل والفيضانات أو من صنع الإنسان مثل الانفجارات والحرائق، ويجب أن يتم السيطرة على هذه الكوارث في حالة حدوث أي منها لا قدر الله عن طريق اكتشافها مبكراً والتعامل معها في أقصر وقت ممكن عن طريق التصميم المدروس وكذلك تفريغ مستخدمي المبنى بطريقة آمنة وفي الوقت المناسب، ونوضح فيما يلي الاحتياطات التصميمية بهدف معالجة الأزمات والكوارث قبل وأثناء حدوثها .

#### ٤-٤-٤-١- خصوصية المبنى المنشأ تحت الأرض في التأمين ضد الكوارث

المبنى تحت الأرضي له خصوصية في التصميم التأميني ضد الكوارث نظراً لطبيعته الخاصة فنلاحظ أن هذه النوعية من المباني ذات مداخل خاصة ومخارج محدودة يحتاج إلى وقت أطول في التفريغ، وبدون نوافذ يعتمد أساساً على الإضاءة الصناعية والتي تنهار في حالات الطوارئ فيفقد مستخدم الفراغ اتجاهاته ويصعب عليه الخروج من المبنى، وبما أنه أسفل سطح الأرض يتم تفريغ المبنى إلى أعلى وليس إلى أسفل كباقى المباني السطحية، كما أنه محكم الإغلاق ( بدون نوافذ ) وغير مرئي في البيئة السطحية مما يعطى صعوبة لرجال الإنقاذ للتغلب على الحرائق وإنقاذ مستخدمي المبنى من خلال النوافذ وفتحات الواجهات أو لتهوية المبنى وتفريغ الأدخنة السامة.

#### ٤-٤-٢- الاحتياطات التصميمية

ومما سبق فيجب الاهتمام بتصميم المداخل وعناصر الاتصال والفراغات وعلاقاتها والعلامات الإرشادية للتغلب على مشاكل البناء تحت الأرض كما يلي:

١- التأكيد على وضوح التنسيق الداخلي للفراغات وأنظمة تفريغ المبنى وذلك لأن التنسيق الداخلي المعقد والممرات المؤدية إلى الخروج من المبنى المعقدة يؤدي إلى الشك وعدم تأكد مستخدمي المبنى من أنهم يسلكون الطريق الصحيح وهذا يؤدي بدوره إلى تأخر اتخاذهم للقرار في سلوك الطريق إلى الخسارح أثناء الهروب وبما يؤخر عملية تفريغ المبنى ، وكذلك تعتمد عملية التفريغ على إيجاد المستخدم لطريقه الصحيح على عدد شاغلي المبنى ومدى خبرتهم ومعرفتهم بالفراغات وتتابعها لذا يجب أن يكون التنسيق الداخلي للفراغات سهل ومرتب واقرب ما يكون للمنطق والعرف الذي

يحكم المباني العامة في مسارات الحركة Familiar circulation pattern وإذا كان هناك ضرورة لاستخدام مسارات فرعية يجب أن توضح علاقتها جيداً لمستخدمي المبنى عن طريق العلامات الإرشادية والإضاءة والخراط الخ..... الخ

في حالة الطوارئ وعندما يطلق الإنذار يبدأ شاغلي المبنى الحركة خلال الفراغات المتتابعة للوصول إلى المكان الآمن سواء كان إلى خارج المبنى أو إلى مكان آخر مصمم كمان ضد الأخطار.

## ٢- تصميم السلم وعناصر الاتصال الرأسي

الاهتمام بتصميم عناصر الاتصال الرأسي (في هذه النوعية من المباني ذات فراغات محكمة الإغلاق) ذات ضغط هواء موجب حتى يمنع تسرب الأدخنة بداخله ويكون اتجاه مستخدمي المبنى أثناء تفريغ المباني تحت الأرضية ( دائماً ) إلى أعلى وهذا يعني أن عملية الهروب تكون مرهقة أكثر منها في المباني السطحية حيث أنه يتعب الشخص العادي بعد دقيقة واحدة من الصعود أي بعد صعود من ٤-٦ طوابق وأن سرعة الصعود أقل من سرعة الهبوط ويكون من المفضل تصميم السلم بحيث تحتوي على فراغ داخلي ( فانوس ) بحيث يسمح باتصال مستخدمي المبنى أثناء التفريغ أعلى وأسفل السلم لمعرفة إذا كان هناك شخص يحتاج للمعونة ، كما يمكن استخدام السلم المتحركة في عملية التفريغ وذلك في حالة بعدها عن مصدر الحريق ، ولكن يمتنع استخدام المصاعد لأن طاقتها في تفريغ المبنى قليلة جداً بالإضافة أن فراغ المصعد قد يكون وسيلة لنقل الأدخنة أو اللهب في حالة الحريق من فراغ إلى آخر.

٣- الاهتمام بتجزئة وفصل الفراغات عن طريق تقسيم الفراغات وتأمينها ضد انتشار الحرائق أو الانفجارات ينتقل مستخدمي الفراغ الذي تعرض لأي مشكلة لفراغ آخر آمن.

٤- الاهتمام باستخدام العلامات الإرشادية والتحذيرية الواضحة فيجب تفهم سلوك الأدخنة في تجمعها وانتشارها حتى يتم توزيع اللوحات الإرشادية في أنسب مكان فعلى سبيل المثال الأدخنة تتجمع بالقرب من السقف ( تتجه إلى أعلى ) فيجب أن توضع اللوحات التي تدل على الاتجاهات في منسوب أقل بعض الشيء على الحوائط لتصبح قابلة للقراءة أثناء انتشار الأدخنة وتثبت في الأرضيات (أشكال ٤-١٦ & ٤-١٧).

## ٤-٥- الخلاصة

مما سبق يمكن تحديد أجزاء محطات الركاب تحت الأرض إلى العناصر الأساسية كما هو موضح في شكل (٤-١٨) وهي المداخل والممرات المؤدية إلى صالة التذاكر، وصالة التذاكر التي تحتوي على عدة فراغات يزاول فيها أنشطة متعددة مثل فراغات عامة (فراغات التجمع - الفراغات المخصصة للنشاط التجاري والترفيهي)، وفراغات مخصصة لخدمة راكبي القطارات (مكاتب بيع التذاكر - الاستعلامات - مناطق الاطلاع على الخرائط - مراقبة وأمن - مكتب ناظر المحطة) وأرصفت انتظار القطارات وهي مخصصة لانتظار القطارات وعناصر الحركة الأفقية (الممرات التي تربط العناصر ببعضها) والرأسية (السلم والمصاعد)، وأخيراً الفراغات الخدمية والتي تخصص للمعدات والماكينات المختصة بالتشغيل والإشارات وتوفير الطاقة الكهربائية الخ..... وفيما يلي يورد البحث الأسس التصميمية لفراغات محطات نقل الركاب تحت الأرض

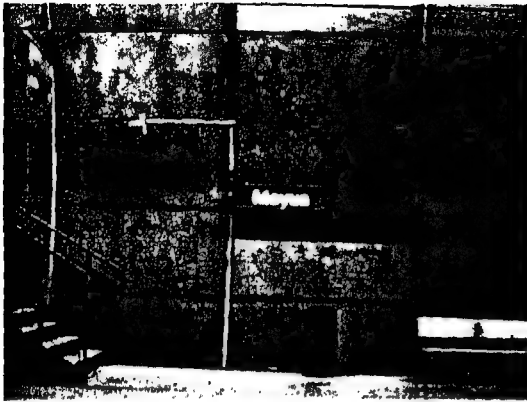


(ا)



(ب)

شكل (١٧-٤)  
لقطتان أ- ب توضحان استخدام  
الاضاءة الصناعية في تحديد  
الفرلغ وتوجيه حركة الركاب  
( محطة باريللي- مترو ليون )



شكل ( ١٨-٤ )  
لقطة توضح استخدام العلامات  
الارشادية المضيئة لتأمين حركة  
الركاب اثناء حالات الطوارئ



#### ٤-٥-١-أسس التصميم المعماري للعناصر الأساسية المكونة للمحطة

- **المدخل:** يجب أن تكون المدخل واضحة ومميزة عن طريق تجهيزها بعلامة مميزة للمشروع تشير الى وجود مدخل المحطة - استغلال ظروف الموقع في خلق تصميم متكامل يحتوي كواحد من عناصره سلاسل المدخل المؤدية الى داخل المحطة وذلك عن طريق فناء مفتوح أو مبنى سطحي أو مبنى كامل

- **صالة التذاكر:** يصمم فراغ صالة التذاكر بهدف خلق فراغ يؤكد على اتصال الخارج بالداخل وذلك عن طريق:

- تصميم فناء مفتوح ويفضل أن ينسق بمشاهد تبعث الحيوية داخل الفراغ مثل مشاهد السماء أو مشاهد طبيعية متحركة مثل أشجار ونباتات تتحرك بفعل حركة الهواء أو عناصر ماء متحرك مثل النوافير والشلالات

- استخدام النوافذ مفتوحة على مثل هذا الفناء المفتوح

- خلق مساحات ذات شخصية مميزة عن طريق تمييز التشكيل الفراغي أو استخدام عناصر معمارية ذات تفاصيل دقيقة أو تمييز العناصر الإنشائية أو عناصر الإضاءة لتلك المنطقة

- تشكيل الفراغ هندسياً بحيث يتمتع بشيء من التركيب عن طريق خلق فراغات صغيرة شبه مفصولة عن فراغ رئيسي كبير وتطل عليه.

- استخدام الألوان الزاهية التي توحى بسعة الفراغ وانعكاسات الإضاءة

- استخدام الخطوط والأشكال الزخرفية وتنوع استخدام الفراغ

- استخدام التماثيل والأشكال النحتية سواء كانت منفصلة أو متكاملة مع العناصر الإنشائية أو العناصر المعمارية المختلفة

- استخدام الإضاءة الطبيعية أو محاكاتها في تصميم الفراغ

يمكن الاستعانة بالاستراتيجية التصميمية السابقة عند تصميم الفراغ المعماري تحت الأرض وذلك في إطار نظام واضح ومدرّس للعلامات الإرشادية والخراطيم بالإضافة الى الأسس التي تضمن أمن وأمان الفراغات تحت الأرضية

- **أرصفت انتظار القطارات:** ينتظر الركاب القطارات في هذا الفراغ لعدة دقائق لذا يمكن الاستعانة بالأسس التصميمية السابقة ومنها:

- معالجات معمارية تتمتع بالتركيب وكثرة ودقة التفاصيل فيستغرق الراكب وقت أطول لاكتشافها والتعرف عليها

- استخدام عناصر فنية مثل اللوحات الجدارية والأشكال النحتية
- استخدام شاشات تلفزيونية أو إذاعات داخلية لبث برامج ترفيهية للراكب المنتظر
- استخدام الخرائط واللوحات الإرشادية الخاصة بالمشروع ككل ليتمكن الراكب المنتظر من التعرف على باقي المعلومات المتعلقة بباقي المشروع (خط أو شبكة خطوط سكك حديدية).

ويستعرض في السباب الثالث المشاريع العالمية لمترو الأنفاق بغرض وصفها وتحليلها واستنباط المعايير والأسس التصميمية من الواقع العملي ثم مقارنة النتائج بالتحليل الفراغي بمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

# الباب الثالث

## إستتباط بعض المعايير التصميمية

### لمحطات نقل الركاب تحت الأرض

وفيه يتم استعراض وتحليل بعض المشاريع العالمية والمشروع المحلي

الفصل الخامس: مشاريع عالمية لخطوط سكك حديدية تحت الأرض

ويعرض فيه التصميم المعماري لسبع من المشاريع العالمية (محطات تحت

أرضية) مع تحليل فراغي للمساحات المكونة لخمس محطات منها

الفصل السادس: دراسة حالة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

ويعرض فيه التجربة المحلية لحل مشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى

والتحليل المعماري للمحطات تحت الأرضية للخط الأول والخط الثاني

بالإضافة الى مقارنة هذه التجربة مع نتائج تحليل المشاريع العالمية

## الفصل الخامس

مشاريع أجنبية لخطوط السكك الحديدية تحت الأرضية

- مشروع مترو كراكاس - فتزويلا
- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبون - استراليا
- مشروع كوبرى ومحطة ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات الأمريكية المتحدة

- مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية
- محطة روتردام بلاك - هولندا
- مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك - أسبانيا
- محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي - ليون - باريس - فرنسا



## الباب الثالث

### الفصل الخامس

#### ٥- مشاريع أجنبية لخطوط السكك الحديدية تحت الأرضية

##### ٥-١- مقدمة:

في هذا الفصل يتم استعراض بعض المشاريع الأجنبية للسكك الحديدية تحت الأرضية كأمثلة متنوعة ومتفرقة من أوروبا - أستراليا - أمريكا الجنوبية - الولايات المتحدة الأمريكية وذلك للتعرف على التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية وظروف الإنشاء والمحددات التي وصلت بالتصميم الى شكله النهائي ويعرض هذا الفصل المشاريع الآتية.

- ١- مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس - فتزويلا كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة دولة نامية
- ٢- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن - أستراليا كمثال لمشروع تم إضافته على مدينة كثيفة غير مصممة حضريا لاستقبال المشروع
- ٣- مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية كمثال محطة تم إقامتها بالتسبب مع منطقة ومتناريح محيطة بها
- ٤- محطة ترام ستراسبورج كمثال لمحطة ضخمة تجمع بين النشاط التجاري وانتظار السيارات ونهاية خطوط أوتوبيس وتاكسي بالإضافة الى خط سكك حديدية تحت الأرض
- ٥- محطة روتردام بلاك - هولندا كمثال لمحطة تبادلية بين خطي سكك حديدية (ترام تحت الأرض)

- ٦- مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك - أسبانيا كمثال لمشروع يؤثر ويثري فيه الفكرة التصميمية للهيكل الإنشائي التصميم المعماري
- ٧- مترو أنفاق فينيسيو - بارللي - باريس - فرنسا كمثال لمحطة تحت أرضية تم تخطيطها وتصميمها لتكامل مع مبنى سطحي فوقها

## ٥-٢- مشروع مترو كراكاس - فرويلا

يعرض هذا المشروع كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة لدولة نامية تشترك في كثير من الظروف مع مصر

### ٥-٢-١- طبيعة المدينة ومعالمها التخطيطية والمعمارية<sup>(١)</sup>

تم تخطيط المدينة طولياً عبر وادي طبيعي - وتقسّم المدينة الى أحياء شعبية في الغرب، ووحدة سكنية كبيرة في منطقة بروباتريا - ومنطقة نباتية شاسعة ومنطقة مفتوحة Del Este Park ككرة خضراء في المدينة ومطار للملاحة الداخلية "فوق مناطق صناعية" ومناطق جبلية وهي عبارة عن سلسلة الجبال الممتدة الى الجنوب والمنتظر ان تخطط عمرانيا حسب المخطط المستقبلي

أثر إكتشاف البترول سنة ١٩٧٣م على تشكيل المدينة حيث تضاعف الدخل الأساسي للدولة الى خمس أضعاف وهذا ظهر واضحا على شكل المدينة في صورة أنشطة واضحة للقطاع الخاص في حدود المحيط المركزي. وقد تغير التركيب العمراني لمناطق كاملة في فترة الثورة الإنتاجية وهذا بالإضافة الى تأميم الصناعة البترولية والصناعة الحديدية الذي ساهم في تحويل الدولة من دولة مصدرة للمواد الخام الى دولة ذات نشاط صناعي كبير

### ٥-٢-٢- مقدمة تاريخية

بدأت الفترة الإنتقالية منذ عام ١٩٣٦ م وتسمى بفترة النمو العمراني والتطور الحضري حيث بدأت كراكاس في التوسع الديناميكي ووصلت المساحة النامية لكراكاس عام ١٩٥٠ م الى ٤٥٨٦ هكتار اي ثمان أضعاف المساحة عام ١٩٣٦ م. أصبحت كراكاس ذات قوة جذب عالية للسكان من كل أنحاء الدولة وأيضا من خارج الدولة. وهذا أدى الى تواجد أنماط مختلفة من المساكن والعمران. في بداية السبعينات شهدت كراكاس إنشاء المنطقة المركزية (شرق شارع بوليفار)، وعلى الرغم من هذا التطور الغير متوقع الا ان تلك المنطقة قد أصبحت مركز واضح للأنشطة والكثافة البنائية العالية حيث يوجد بها مباني يصل ارتفاعها الى ٤٩ طابق من المكاتب بالإضافة الى المباني السكنية و المراكز التجارية والمسارح. أما بالنسبة لحلول مشاكل النقل الناتجة عن التوسع العمراني ففي عام ١٩٤٧ م عرضت بعض الاقتراحات وكان البديل الأقرب الى أذهان المخططين هو إقامة مشروع نقل عام سريع "مونوريل".

(1) Reportage de Jean - Pierre cousin. In Architecture d'Aujourd'hui No. 247 October 1986, Pp.69-91

في الفترة من ١٩٦٥م - ١٩٦٧م تم إجراء بحث موسع للمشكلة القائمة وتم التوصل الى انه من الضروري إقامة نظام نقل مشترك لجميع وسائل المواصلات وعليه تم طرح المشروع النهائي للدراسة التفصيلية عام ١٩٦٨ م. وفي عام ١٩٧٥ م بدأت عمليات التنفيذ وتم تشغيل المشروع (شبكة مترو كراكاس) على مراحل وأول مرحلة هي الجزء الأول من الخط الأول عام ١٩٨٣ م.

### ٥-٢-٣- الوصف العام للمشروع

يمكن تلخيص أسباب مشاكل النقل في كراكاس في سببين رئيسيين أولهما قلة مسطحات الشوارع والطرق مقارنة بالكثافة السكانية والأنشطة القائمة، وثانيهما قلة وسائل المواصلات العامة المتاحة وهذا ينعكس على ظاهرة زيادة نسبة تملك السيارات الخاصة وإعتماد القاعدة العريضة من السكان على النقل الخاص. وكان بالتالي الهدف الرئيسي لإقامة المشروع هو خلق نظام جماعي مؤثر له كفاءة عالية يؤدي خدمة نقل سريعة ومريحة للمناطق ذات الكثافة العالية وقد تم تصميم النظام ليخدم ٣-٤ مليون شخص أي ٣٠٠-٤٠٠ ألف راكب في ساعة الذروة. ويتكون المشروع من شبكة من ثلاثة خطوط بطول ٥٦ كم تنقل عام ٢٠٠٠ م ٢,٤٦١ مليون راكب أي ٧٦٠ مليون راكب في السنة ١٣,٦ مليون راكب في السنة لكل كيلومتر، والسعة التصميمية ٥٠,٤٠٠ راكب في الساعة بما فيها ساعة الذروة. وزمن التقاطر ٩٠ ثانية، والسرعة التصميمية للقطارات تقدر بـ ٣٥-٤٠ كم/ساعة

### الخط الأول - خط بروباتريا-بالوفردى

يخدم الخط الأول الذي يبلغ طوله ٢١ كم ويتكون من ٢٢ محطة ٧٠٠ ألف ساكن و ٣٥٠ ألف عامل ويوفر فرصة الاتصال السهل بين التجمعات ومركز المدينة بما فيها من مستشفيات ومراكز تعليم مثل الجامعة المركزية في فتزويلا والمناطق الترفيهية من منتزهات (مثل ساحة لوس كايوبوس) فهو يشارك بوضوح في تكامل الأنشطة التجارية والاجتماعية للمناطق التي يمر بها. ومن المتوقع بعد تشغيل النظام بأكمله أن يساهم هذا الخط بحوالي ٤٩% من ركاب الشبكة (عام ٢٠٠٠ م). يسير الخط الأول تحت أرضي الا بعض المحطات القليلة فيالنهاية الغربية

وقد تم استغلال مشروع الخط الحديدي القديم (كراكاس لاجارا) كجزء من الخط

### الخط الثاني-كاريكوا - سيلانشيو

يخدم الخط الثاني الذي يبلغ طوله ٢٠ كم ويتكون من ١٧ محطة ٦٠٠ ألف راكب و ١٣٠ ألف عامل يستحرون من الخارج الى مركز المدينة. ويساهم هذا الخط بحوالي ٢٢% من ركاب الشبكة عام ٢٠٠٠ م.

يتكون الخط من ثلاثة أجزاء الأول منها بطول ٦,٤ كم مرفوع Elevated، والجزء الثاني بدءاً من كاريكو تحت الأرض جزئياً وحتى لاياجوارا. الجزء الثالث ابتداء من محطة لا باز يخرج الخط على سطح الأرض عند تقاطع شارعى اوهيحين ولا باز. يتصل الخط الثاني بالخط الأول إتصال غير مباشر عن طريق خط اوتوبيس مكوكى بينهما.

#### الخط الثالث -رينكونادا- لاهويادا

يخدم الخط الثالث الذي يبلغ طوله ١٢ كم ويتكون من ٨ محطات ٥٠٠ ألف ساكن و ١٩ ألف عامل بمعدل ٦٥٠ ألف راكب في اليوم ويساهم بحوالى ٢٦% من الخطة الكلية للشبكة عام ٢٠٠٠ م يتصل الخط الأول والثالث بفرع ثانوي يخدم المدينة الجامعية وتجهيزاتها الرياضية (الإستاد الأولمبي- أرض البيسبول) وقد تم إنشاء الخط بأكمله تحت ويخدم ٦٠٠ ألف راكب يومياً عام ٢٠٠٠ يزيد عن ذلك في حالة الاحتفالات والمناسبات الرياضية الكبيرة.

ويساهم الفرع في نقل ما يقرب من ٣% من ركاب الشبكة الكاملة

#### ٥-٢-٤- الأنماط التصميمية للمحطات على مسار خطوط الشبكة

تم تصميم المحطات في الشبكة من ثلاث أنماط مختلفة وهي المحطات تحت الأرضية والمحطات شبه تحت الأرضية والمحطات العلوية وفيما يلي شرح مفصل لكل نمط

#### ٥-٢-٤-١- محطات تحت أرضية

تعتبر محطة ميغال أنطونيو مثال للمحطات تحت الأرضية تتكون المحطة من طابقين تحت الأرض. يحتوي الطابق الأول على المداخل من مستوى الطريق بحيث يتجه الراكب من الطريق الى شبك التذاكر ثم المرور عبر ماكينات التحكم في الدخول ثم الى السلام التي تؤدي بدورها الى الطابق الثاني وهو عبارة عن مستوى رصيف انتظار القطارات توجد في هذا الطابق الغرف الخدمية التي تحتوي على المعدات وغرف التحكم والتكييف ١٠٠٠ الخ

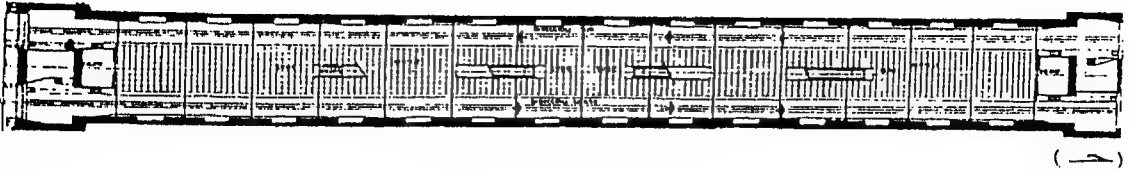
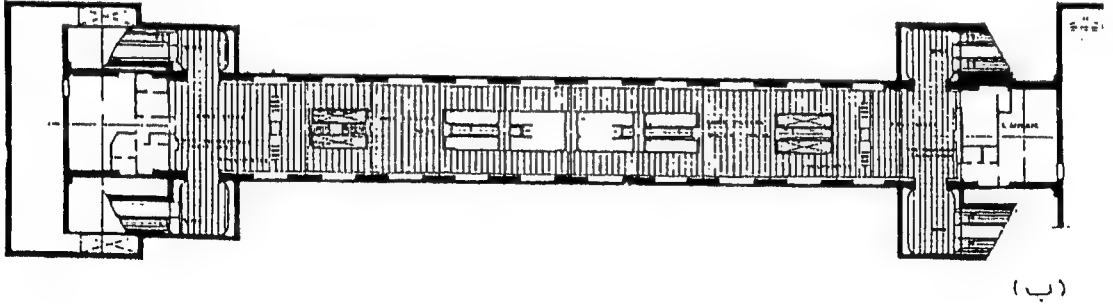
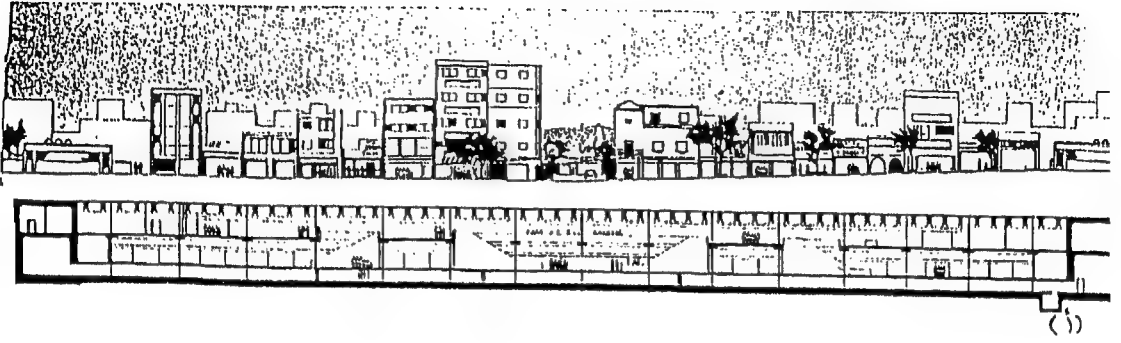
ويحتوي الطابق الثاني رصيف واحد "مركزي أو جزيرة" لانتظار القطارات بالإضافة الى السلام المؤدية الى الدور العلوي، ومساحة انتظار الركاب، وغرف المراقبة وتعتبر هذه المحطة كما هو مبين في شكل (٥-١) من المحطات تحت الأرضية في أبسط صورها نظراً لوضوح وقصر مسارات حركة الركاب والحركة البصرية للأماكن العامة (Public Area) التي لا تحتوي على أية عوائق بصرية.

#### ٥-٢-٤-٢- محطة تحت أرضية ذات المدخل السطحي

تعتبر محطة بروباتريا مثال للمحطات تحت الأرضية ذات المدخل السطحي فهي تتكون من طابقين الأول في مستوى الطريق ويحتوي على المداخل التي تؤدي الى صالة التذاكر التي تحتوي على مكتب بيع التذاكر وماكينات الدخول ثم الى صالة توزيع وهي عبارة عن صالة مثمثة يصل مستخدمي المحطة بواسطتها الى الطابق الأسفل الذي يحتوي على رصيف مركزي لانتظار القطارات يحتوي على غرف المراقبة كما هو مبين في شكل (٢-٥). وقد قام المصمم بدمج البيئة السطحية مع الفراغ الداخلي للمحطة بحيث ينتج فراغ معماري حيوي حيث استخدم الإضاءة الطبيعية في إضاءة مستوى الرصيف السفلي كما في شكل (٣-٥)

#### ٥-٢-٤-٣- محطة علوية

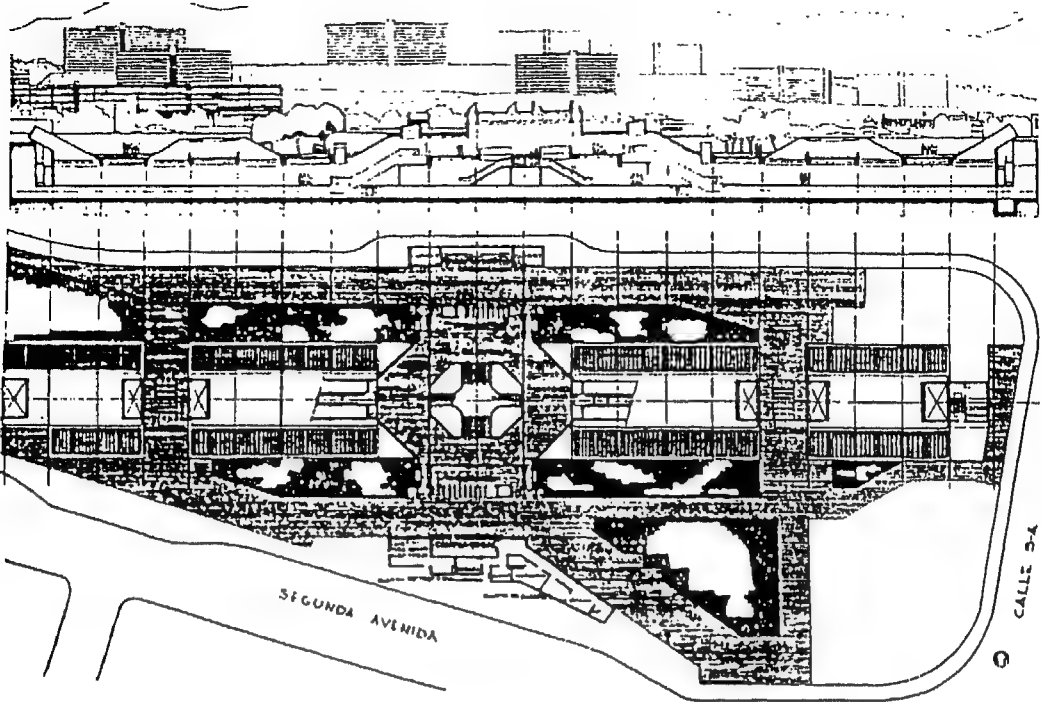
تعتبر محطة أماريللو مثال للمحطات العلوية فهي تتكون من طابقين الأول منهما في مستوى الطريق وهو عبارة عن صالة بيع التذاكر ومنطقة ماكينات التحكم في الدخول تؤدي الى صالة توزيع يحدد الراكب فيها اتجاهه ثم ينتقل الى الطابق العلوي عبر وسائل الاتصال الرأسي (السلام) ويحتوي الطابق الثاني على رصيفين لانتظار القطارات، ويلاحظ أن ظروف الموقع أجبرت المصمم على رفع مستوى السكة الحديدية في هذه المنطقة نظراً لضيق الموقع في المناطق المحيطة بالمحطة - شكل (٤-٥)



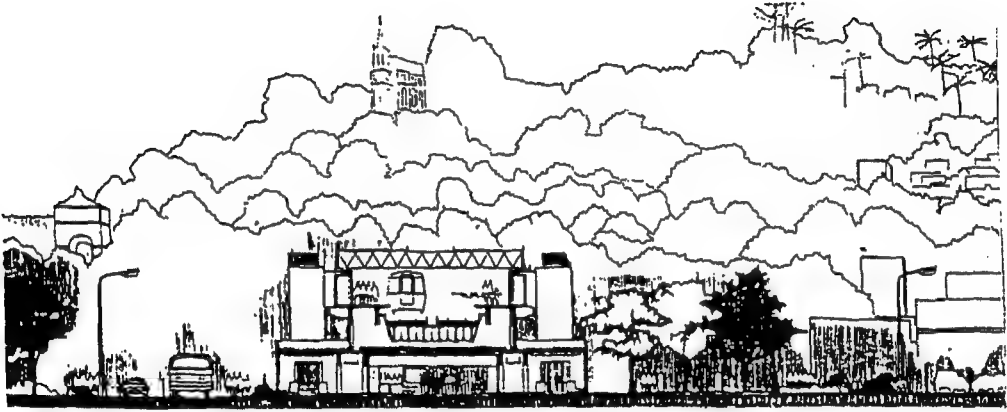
شكل (١-٥) محطة ميجال أنطونيو - محطة تحت أرضية  
 (أ) قطاع طولي في المحطة المكونة من دورين تحت الأرض  
 (ب) مسقط أفقي لنسوب صالة التذاكر  
 (ج) مسقط أفقي لنسوب الرصيف يوضح علاقة الرصيف المركزي بخطوط السكك  
 الحديدية وعناصر الاتصال الرأسي



شكل ( ٢-٥ ) يوضح قطاع مار في محطة موسترانكو  
المدخل وصالة التذاكر في منسوب الطريق - الرصيف المركزي في مستوى تحت أرضي



شكل (٣-٥) يوضح محطة بروتيريا - محطة شبه تحت أرضية  
(أ) قطاع طولي في المحطة يوضح مناسيب المداخل وصالة التجمع والأرصعة. أُناحت  
ظروف الموقع للمصمم الفرصة لأن يمزج فراغات المحطة بالبيئة المحيطة  
(ب) مسقط أفقي لمنسوب الرصيف



شكل (٤-٥) يوضح قطاع في محطة أماريللو

محطة علوية تتكون من مستويين مستوى الطريق وهو مستوى صالة التوزيع  
ومستوى الأرضفة (مرفوعة)



### ٥-٣- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن - أستراليا<sup>(١)</sup>

#### The Melborn Uunderground Rail Loop - Melborn -MURL

يعرض هذا المشروع كمثال لمشروع مترو أنفاق تم إضافته على مدينة كثيفة غير مصممة حضرياً لاستقبال مثل هذا المشروع ويوضح شكل (٥-٥) موقع الخط بالنسبة للمنطقة المحيطة به

#### ٥-٣-١- المدينة

اختار مخطط المدينة موقعها على أن تكون قرية صغيرة عام ١٨٣٤م ولكن بسبب تنوع الظروف الجغرافية والطبيعية والاجتماعية تنامت التطورات والمواقف التي صنعت من القرية الصغيرة مدينة هامة ذات منطقة مركزية يحتاج روادها الى القطارات للوصول من الأطراف الشمالية لها الى الأطراف الجنوبية الشرقية والشمالية الشرقية. تحتوى على منطقة مركزية للخدمات التجارية والإدارية Central Business district وتحيطها ضواحي ممتدة ذات التجمعات السكنية المتفرقة بما فيها من مساحات فسيحة لانتظار السيارات لجذب وتشجيع النشاط التجاري.

في الوقت السابق لإنشاء خط MURL كانت المحطة الرئيسية لخط السكك الحديدية هي محطة "شارع فليندرز" على الحدود الجنوبية من المنطقة المركزية والضفة الشمالية لنهر يارا. تم اكتشاف الاحتياج الى وجود خط نقل عام تحت الأرض في بداية العقد الثالث من القرن العشرين. اقترح هو بناء خط سكك حديدية في النواحي الشرقية والشمالية للمنطقة المركزية لأعمال Central Bussiness district ووصلهم بالخط الحديدي القائم في شمال ملبورن وريتشموند.

#### ٥-٣-٢- وصف عام لخط السكك الحديدية تحت الأرض

يحتوى الخط على امتداد الخط القديم المكهرب وهو عبارة عن نفق يمر تحت الشوارع الرئيسية إلا جزء صغير وهو المنحنى بين محطتي البارلمان وفلاجستاف الذي يمر تحت ممتلكات خاصة شكل (٥-٦). وينقسم الخط من حيث شكل النفق الى: نفق دائري بطول ١٢,١ كم ونفق صندوقي بطول ٣,١ كم والمنحدرات بطول ١,٩ كم. صمم النظام على أساس أن السرعة التصميمية القصوى للقطارات ٦٠ كم/ساعة، وزمن التقاطر ٢,٥ دقيقة

(١) Fourth Australian Tunnelling Conference, Australian Tunnelling Association. Melborn, Australia 1981



### ٥-٣-٣-١- الموقع

تم اختيار الموقع بدقة متناهية بحيث تم تقليل التعارض بين حركة المرور في ثلاث شوارع رئيسية وموقع العمل وقد أدى هذا الى اختيار صعب وهو هدم أحد المباني خاصة. تستخدم هذه المحطة عدة أنشطة رئيسية في مدينة ملبورن وهي: عدة مستشفيات-جامعة ملبورن- المعهد الملكي للتكنولوجيا في ملبورن- مجمع المتاحف- مراكز تجارية- بنوك مطار- خط ترام هام تستخدم المحطة هذه المنطقة عن طريق ثلاث مداخل موزعة بحيث تستخدم حركة المشاة القادمين من جميع الاتجاهات.

صممت المداخل بحيث تتكامل مع البيئة المحيطة، المدخل في حديقة صغيرة بشارع سوانزتون مقابلة للمتحف (في المدخل الشرقي) مما يساعد في تكوين ساحة Queen Elizabeth Plaza. من متوقع أن تستخدم المحطة ٣٠ ألف راكب صباحاً (ساعتان ذروة في الأيام العادية)

### ٥-٣-٣-٢- التصميم المعماري

تم التصميم المعماري على عدد من الأسس منها: ملائمة الوظيفية من وجهة نظر العاملين وراحة المستخدمين من الركاب، أمان الركاب والعاملين، متانة المواد المستخدمة والبقاء لفترات طويلة من الاستخدام الشاق المتواصل

قامت الفكرة الأساسية للتصميم على بناء صالة التذاكر والتجميع في منسوب أقرب الى سطح الأرض وعن طريق السلالم الكهربائية ينتقل الراكب من الشارع الى أي من الرصيفين المركزيين على مستويين يحدان أربع اتجاهات منفصلة. واستمد الشكل النهائي للمحطة من أسلوب الإنشاء حيث تم بطريقة الحفر المكشوف (أشكال ٥-١١ و ٥&١٢-١٢). طول المحطة هو ١٦٣,٣٥ م، وقد تم تحديد الحجم المناسب للمحطة عن طريق حصر وتوفير عدد كبير من المتطلبات والتجهيزات منها: المسطحات المطلوبة للأرصعة وصالة التذاكر والمسطحات اللازمة للانتقال (الممرات)، المسطحات المطلوبة للفنيين وإدارة وتشغيل المحطة، المسطحات المطلوبة لخدمة الركاب (إذاعة-أماكن الإعلانات-علامات إرشادية)، المسطحات المطلوبة للمعدات الكهربائية والميكانيكية و إطفاء الحريق ودورات المياه.... الخ. تنقسم الفراغات المعمارية الثلاث فراغات أساسية مكونة للمحطة هي ثلاث مداخل، صالة التذاكر والتجميع، أماكن انتظار القطارات.

تم تصميم ثلاث مداخل كبيرة للمحطة بحيث يكون المدخل الجنوبي الشرقي من شارع سوانزتون وشارع لاتروب. وهو عبارة عن مبنى مرتفع عن الأرض لكي يظهر كعنصر جذب في الموقع العام للمحطة بالإضافة الى أنه يكون فراغ مغلق محمي من العوامل الجوية ويتم غلقه عن طريق بوابات. وتم تصميم المدخل الجنوبي الغربي عند تقاطع شارع لاتروب مع شارع اليزابيث وأخيراً المدخل الشمالي في شارع لاتروب في منطقة متوسطة بين شارع اليزابيث وسوانزتون.



شكل (٥-١٠) يوضح صور فوتوغرافية  
تسجل مراحل تطور موقع محطة المتحف

(أ) قبل إنشاء المحطة - مارس ١٩٧٣

(ب) أثناء إنشاء المحطة:

حيث تم إزالة مبنى ملكية خاصة وتحويل

طريق لانتروب الآلي حول الموقع

- فبراير ١٩٧٦

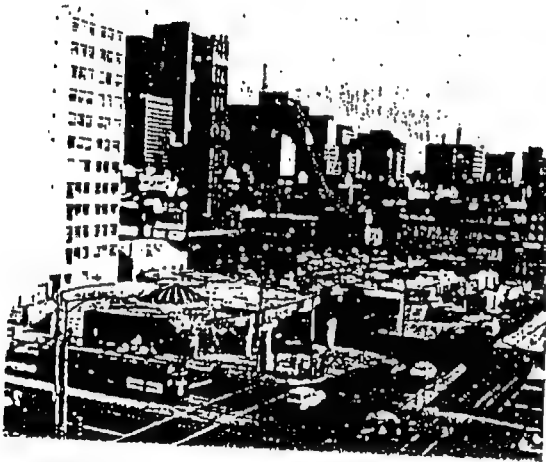
(ج) بعد إنشاء المحطة:

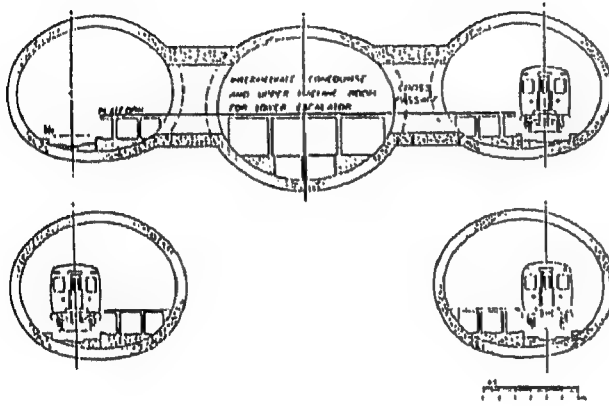
عاد وضع شارع لانتروب مع

ساحة الملكة

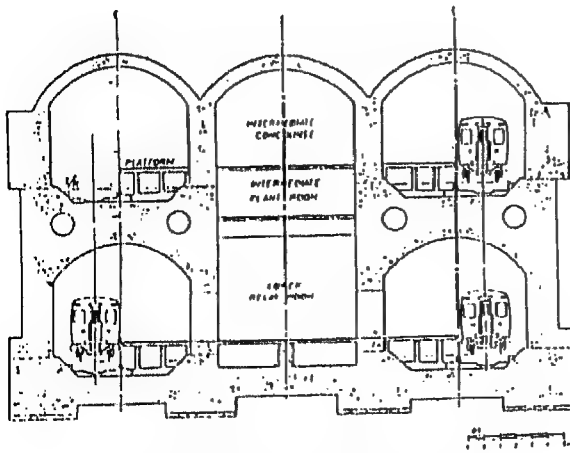
اليزابيث الى الوضع الأصلي -

أغسطس ١٩٨٠

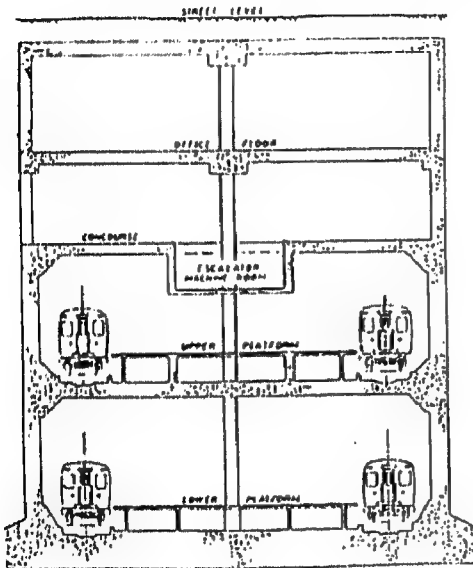




شكل (٧-٥)  
قطاع في محطة البارلمان



شكل (٨-٥)  
قطاع في محطة فلاجستاف



شكل (٩-٥)  
قطاع في محطة المتحف

### ٥-٣-٢-١- الشكل العام للمحطات

تحتوي كل محطة على رصيفين مركزيين أحدهما أسفل الآخر يربط بينهما السلام الكهربائية والعادية. تم تصميم الأرصفة على مستويين أحدهما قريب من سطح الأرض لتقليل المسافة المقطوعة من الراكب من منسوب الشارع الى الرصيف المطلوب داخل المحطة.

يتكون الخط من ثلاث محطات أولهم محطة البرلمان وتعتبر أعمق محطة من محطات الخط فهي بعمق ٣٧ م تحت الأرض، كما هو موضح بالشكل (٥-٧)، ومحطة المتحف: عمقها محكوم بعمق مشروع صرف مياه الأمطار المار في نفس الشارع، كما في شكل (٥-٩)، ومحطة فلاجستاف حيث أقيم منسوب الرصيف الأعلى بناءً على التزام المصمم بالحد الأقل للغطاء فوق النفق المار به السكك الحديدية (غطاء التربة بين النفق وشارع لاتروب) شكل (٥-٨)

### ٥-٣-٢-٢- المعايير التصميمية للمحطات

- طول الرصيف وعليه طول المحطة ١٦٣،٣٥ م بحيث يستقبل قطار ٦ قطارات (عربات) طول كل منهم ٢٥،٩ م

وقد تم تصميم الرصيف بعرض ٣،٥ م ليكفي لاستقبال الركاب النازلين من القطار الواصل بالإضافة الى المنتظرين ويحتوي الرصيف على السلام الكهربائية التي تنقل الركاب من صالة التذاكر بسرعة ٤٥م/ثانية لينقل ١٦٦ فرد في الدقيقة وهذا بالإضافة الى وجود سلام ثالثة وقد تحدت عروض السلام بحيث ينتقل عليها ٦٠ شخص لكل متر من عرض السلم لكل دقيقة

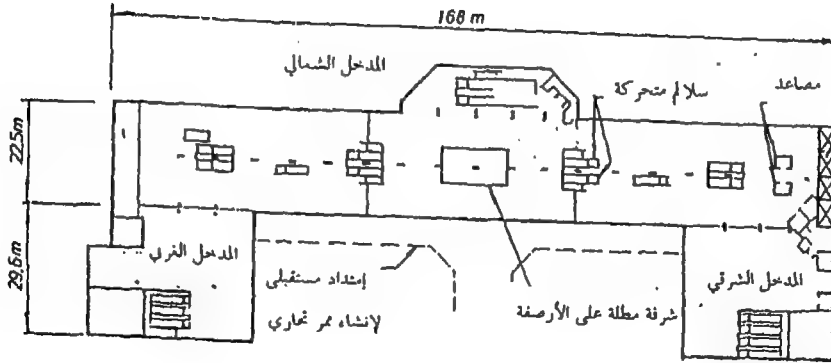
### ٥-٣-٣- التصميم المعماري لمحطة المتحف Museum Station

تم اختيار موقع المحطة في منطقة ذات طابع تاريخي في جزء من شارع لاتروب حيث يوجد عدد من المباني ذات القيمة العالية وهذا أدى الى صعوبة التصرف في إزالة مباني لتخصيص المساحات للمباني الإدارية للمشروع مما أدى الى إنشاء المحطة والخدمات جنباً الى جنب مع تعديل في طرق المرور والاتجاهات. وكان موقع المحطة بحيث أن المسافة البينية بين محطة البرلمان ومحطة المتحف ١١٨٠ م وبين محطة المتحف ومحطة فلاجستاف ٦١٠ م.

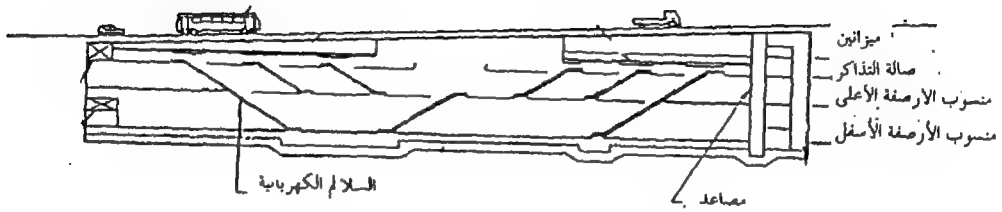
تعتبر الخواص الجيولوجية وميكانيكا التربة في هذه المنطقة وظروف الموقع من حيث التواجد بجوار مباني هامة وتواجد مشروع أنفاق الصرف الصحي المار في شوارع الرئيسية (شارع إليزابث) من محددات اختيار موقع المحطة (شكل ٥-١٠).

تصميم صالة التذاكر وفراغات التوزيع ومدخل المحطة من أهم الفراغات التي تعكس الشخصية التصميمية والنواحي الجمالية. يبدأ الراكب الدخول المحطة الى الميزانين ثم الى صالة التذاكر ثم الى أحد الرصيفين (أيهما يرغب). يستطيع الشخص المتواجد في منسوب صالة التذاكر أن يتابع القطار. في مستوى الأرصفة الأعلى وعلى الميزانين عن طريق فراغ متوسط يؤدي وجود هذا الفراغ الى التواصل بين مستويات المحطة بحيث يستطيع الراكب ان يدرك موقعه داخل المحطة وهذا يحقق عملية التوجيه المكاني في الأماكن المغلقة. يفصل خط ماكينات التذاكر منطقة الصالة paid area عن مداخل المحطة free area وهي مقسمة الى مجموعتين الأولى تفصل المدخل الشرقي والثانية للمدخل الغربي.

تم تصميم مسقط صالة التذاكر على ان يتم تعديله مستقبلاً بحيث يتم إزالة الحائط الجنوبي وخلق ممر تجارى بطول صالة التذاكر مربوطاً بالمدخل الشرقي والغربي. تم تجهيز كل مدخل بسلا لم متحركة تنقل المشاة من منسوب الشارع الى منسوب صالة التذاكر. تم تصميم أماكن انتظار الركاب على هي رصيف مركزي تعمل عليه السلا لم المتحركة ويحتوى كل رصيف على كابينة مراقبة مصممة بحيث تكشف مسطح الرصيف بكامله.



شكل (١١-٥) المسقط الأفقي لنسوب صالة التذاكر والتجمع لمحطة المتحف



شكل (١٢-٥) قطاع طولي في محطة المتحف



## ٥-٤-٥ - مشروع كوبري ومحطة الأميذا - كاليفورنيا - الولايات الأمريكية المتحدة<sup>(١)</sup> Alameda Bridge and Subway Station

العماري: سانتياجو كالاترافا

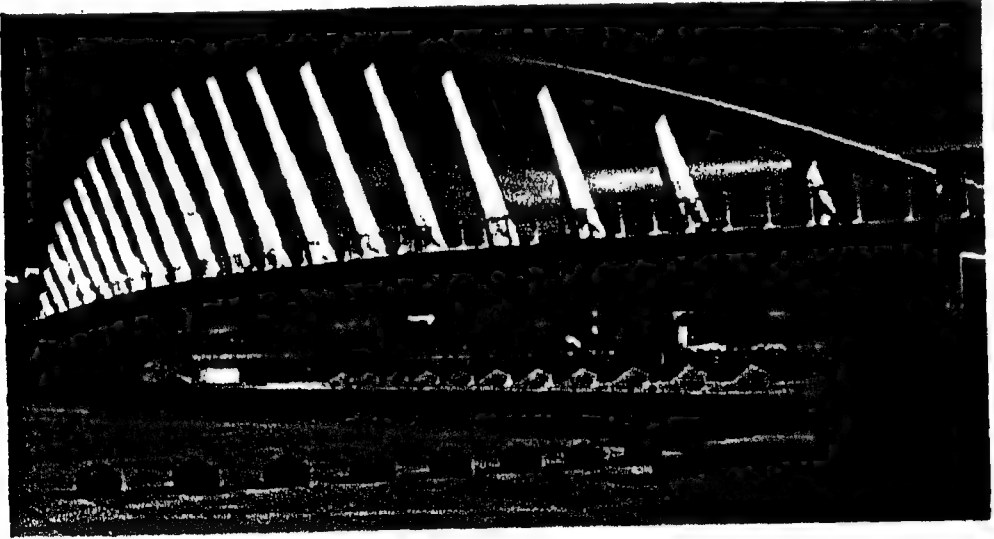
يعرض هذا المشروع كمثال لمحطة تم أقامتها بالتنسيق مع المنطقة والمشاريع المحيطة بها بحيث تم تصميم محطة مترو الأنفاق مع كوبري علوي للحركة الآلية عن طريق نفس فريق العمل لكي يظهر المنشآت وكأنهما منشأ واحد متكامل - أشكال (٥-١٣، ٥-١٤)

### ٥-٤-١ - وصف عام للمحطة

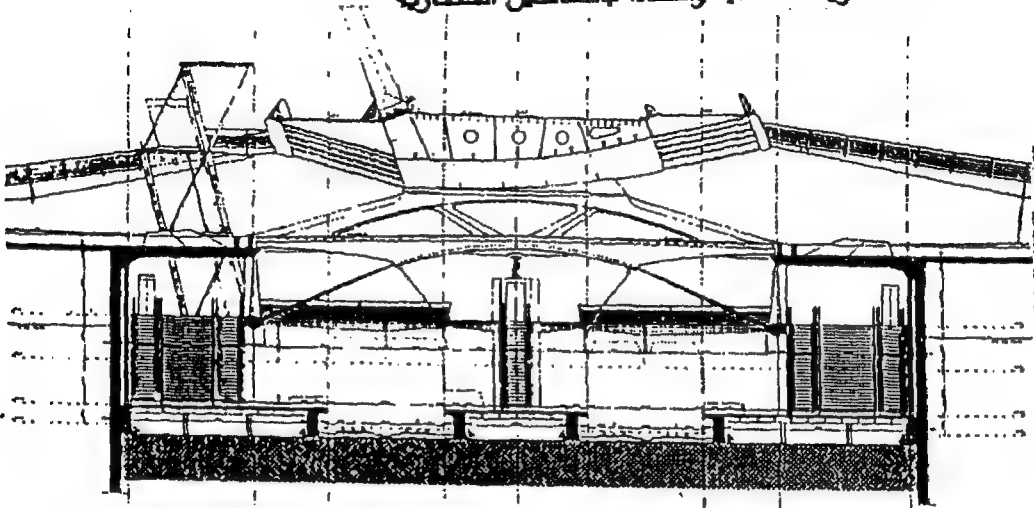
تتكون المحطة من مستويين أحدهما مستوى صالة التذاكر (الميزانين) والآخر مستوى الأرصفة حيث يتم انتقال الركاب من الشارع الى مستوى الميزانين بواسطة أربع سلالم (المدخل) حيث يحصلون على التذاكر ويعبرون خلال ماكينات التحكم في الدخول ثم الى الرصيف المطلوب شكل (٥-١٥). الأرصفة: تحتوي المحطة على ثلاث أرصفة، رصيفين جانبيين كل بعرض ٤ متر ورصيف ثالث مركزي بعرض ٧،٥ م. المحطة بطول ٦٣ م ، والعرض ٢٦،٦ م  
قام المصمم كالاترافا بتصميم الكوبري ليتكامل مع المحطة الموجودة أسفله مباشرة بحيث استغل الساحة أعلى المحطة والفراغ الناتج من ارتفاع الكوبري عن سطح الأرض في استخدامه للإضاءة الطبيعية لإضاءة المنطقة الوسطى في المحطة عن طريق فتحات علوية بين العناصر الإنشائية لسقف المحطة. ومن خلال التنسيق الداخلي للمحطة بوضع مكاتب بيع التذاكر وماكينات الدخول وعناصر الاتصال الرأسي في جانبي المحطة ومتصلين بمنسوب الأرصفة عن طريق شرفة مظلة على الأرصفة استطاع المصمم الوصول بالإضاءة الطبيعية الى الأرصفة وهذا يساعد على الشعور بالاتصال بالخارج ويقلل من حدة الوجود تحت الأرض شكل (٥-١٦) وقد ساعد المصمم قرب منسوب الأرصفة من سطح الأرض على تطوير هذا الحل الناجح في دمج المحطة داخل البيئة المحيطة حيث تستدق البيئة الخارجية داخل المحطة صباحاً بواسطة أشعة الضوء الطبيعي وتشتع المحطة ضوئها ليلاً للساحة المحيطة من خلال فتحات سقف المحطة.

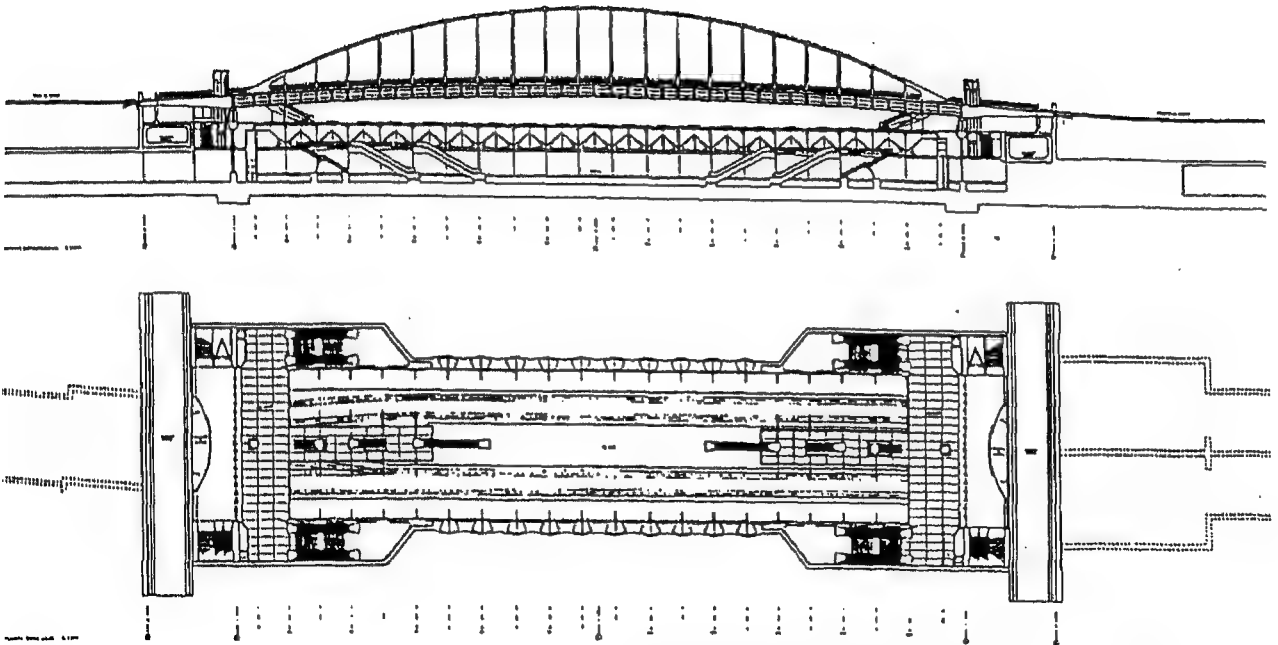
(1) Cerver, F A *Subway StreetCar and Bus Urban Transportation In Stations and terminals.* - Pp 156-163. . Arco for Haerst Books International New York USA1997

شكل (١٣-٩) يوضح الموقع الممار للمشروع بحيث يتكامل مع مشرو الكوبرى العلوى مع موقع المحطة ويستفيد المسم من الفراغ اسفل الكوبرى فى الانضمام الطبيعية للمحطة

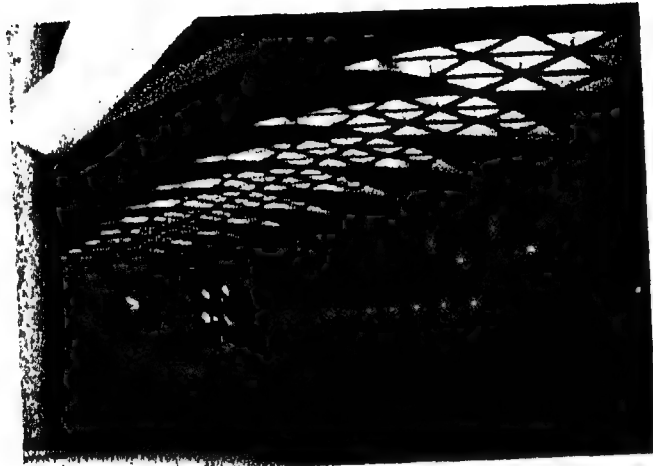


شكل (١٤-٩) قطع عرضى مار بالمحطة والكوبرى العلوى بحيث يظهر التكامل بينهما بدءا من النظرية الانشائية وانتهايا بالتفاصيل المعمارية





شكل ( ١٥-٥ ) قطاع طولى ومسقط افقى لمحطة بحرو الانبياء



شكل ( ١٦-٥ ) وصل للأضواء الطبيعية العلوية بين العناصر الانشائية الى منسوب الارصفة حيث تساعد على التعمير بالجوهر المكافئ والاتصال بالفارج

## ٥-٥ مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرض<sup>(١)</sup>

يعرض هذا المشروع كمثال محطة ضخمة تجمع بين النشاط التجاري وانتظار السيارات ولهاية خطوط أوتوبيس وتاكسي بالإضافة الى خط سكك حديدية تحت أرضية.

### ٥-٥-١ موقع المحطة

قام المعماري جاستون فالنت بتصميم هذه المحطة بكاملها تحت الأرض في ساحة ميدان المحطة ( Place de La Gare ) أمام مبنى تاريخي لمحطة قطارات. تجمع المحطة بين نهاية خطوط أوتوبيس مركزية وخطوط سكك حديدية والتاكسي بالإضافة الى جراج لخدمة الركاب الذين يرغبون في ترك السيارات واستخدام خطوط النقل العام، وتظهر المحطة في موقعها السطحي عن طريق فناء شبه مفتوح مغطى بسقف من الزجاج والحديد.

### ٥-٥-٢ - التصميم المعماري للمحطة

تنقل المداخل الراكب مباشرة من مستوى الطريق (الساحة المفتوحة ) مباشرة عن طريق سلالم ثابتة ومتحركة الى الفناء المفتوح. تتكون المحطة من أربعة مستويات تحت الأرض. المستوى الأول تحت الأرض عبارة عن ميزانين مطل على الفناء المفتوح ويحتوي على جزء من النشاط التجاري بالإضافة الى السلالم الثابتة والمتحركة التي تنقل الراكب من مستوى الشارع الى الميزانين أو من الميزانين الى المستوى الأسفل . يرتبط هذا الجزء التجاري بجزء آخر مخصص لموقف أوتوبيس وانتظار سيارات.

المستوى الثاني تحت الأرض (مستوى الفناء المفتوح) عبارة عن فراغ مفتوح يحتوي على بعض الشجيرات الطبيعية التي تضيء الحيوية على المكان بالإضافة الى المساحة المخصصة للمحلات التجارية والمساحات المخصصة لعناصر الاتصال الرأسي التي تنقل بدورها الى المستوى الأسفل. المستوى الثالث تحت الأرض عبارة عن مستوى انتقالي على هيئة شرفة ينتقل إليها الراكب حيث يحدد اتجاهه ليصل الى رصيف انتظار القطار المطلوب.

المستوى الرابع تحت الأرض وهو مستوى أرصفة انتظار القطارات ويحتوي على رصيفين جانبيين كل بعرض من ٢,٥ الى ٦ متر وبطول ٦٠ متر.

فتكون رحلة الراكب داخل المحطة من أيا من وسائل المواصلات العامة كالأوتوبيس أو التاكسي أو بالسيارات الخاصة أو حتى سيراً على الأقدام فيبدأ رحلته من مستوى الميزانين (التجاري) ثم الى مستوى الفناء المفتوح (التجاري) ثم الى الشرفة ليحدد اتجاهه (الى أي رصيف يذهب) ثم الى رصيف انتظار القطارات المطلوب، يوضح شكل (٥-١٨) المساقط الأفقية للمحطة بالترتيب.

#### ٥-٦-٢ محطة روتردام بلاك - هولندا<sup>(١)</sup>

يعرض هذا المشروع كمثال لمحطة تبادلية بين خطي سكك حديدية : ترام ومترو تحت أرضي في وسط المدينة.

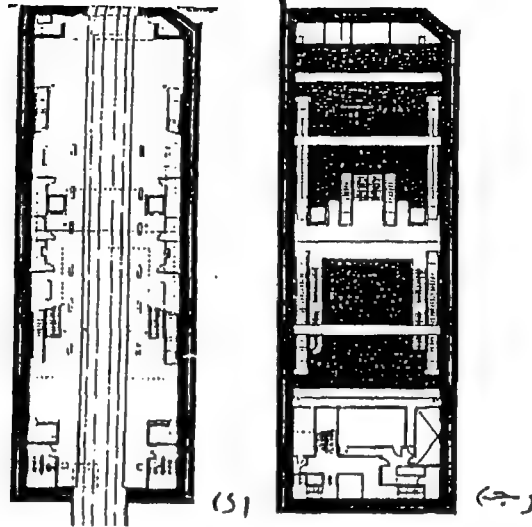
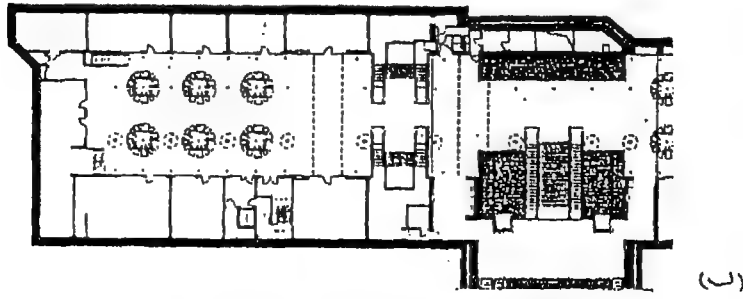
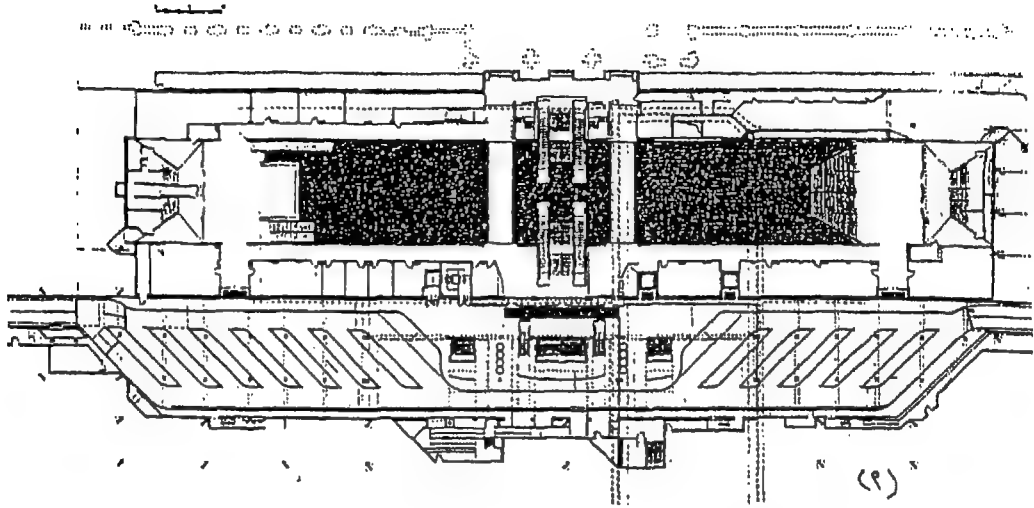
#### ٥-٦-١-١ موقع المحطة

صمم المعماري هاري ريندرز المحطة في ميدان فسيح مفتوح . يحتوي الموقع على مدخلين ضخمين للمحطة بالإضافة الى محطة ترام شبه سطحية مغطاة بسقف معدني خفيف يحتل مساحة واسعة ما بين مدخلي المحطة

#### ٥-٦-٢-٢ التصميم المعماري للمحطة تحت أرضية

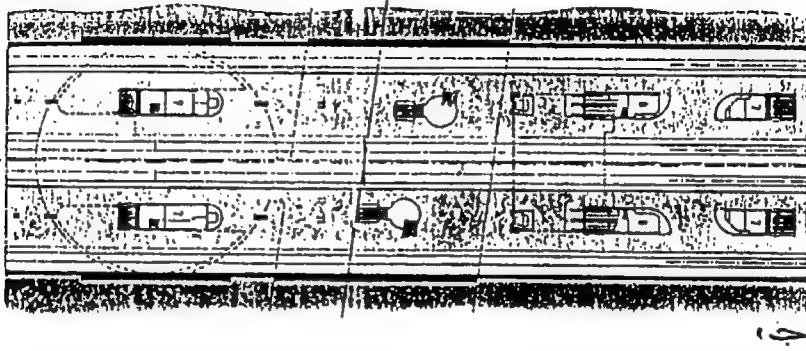
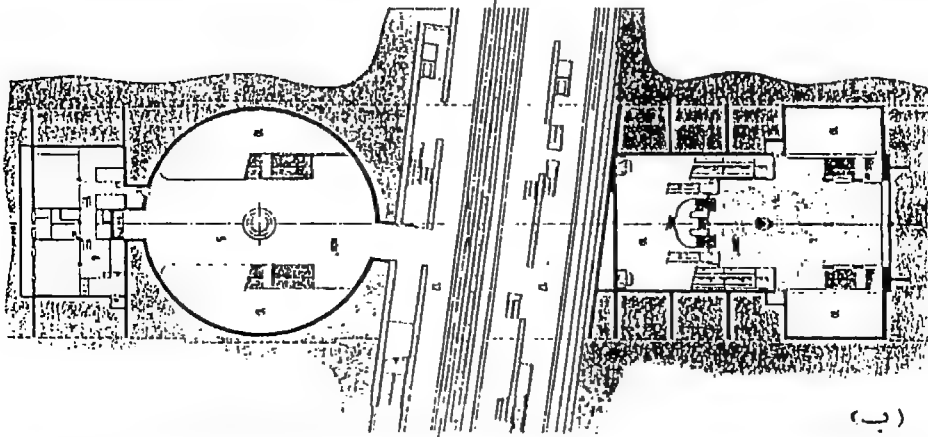
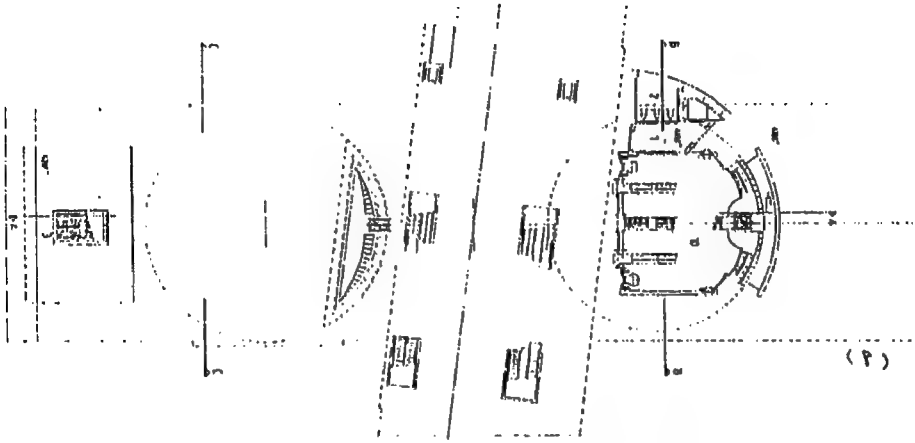
تعتبر محطة روتردام من المحطات الصغيرة والبسيطة، وتكمن الفكرة التصميمية في مداخل المحطة من منسوب الشارع حيث أن المدخلين مغطيان كل بسقف معدني على شكل دائرة مائلة يربط بينهما قوس كبير فيظهر المدخلان واضحا ومميزا في الموقع. يؤدي المدخلان الى سلام ثابتة و متحركة تؤدي بدورها الى صاليتين منفصلتين تحت الأرض وهما يعتبران بمثابة صالتي انتقال من المداخل الى أرصفة انتظار القطارات حيث يحدد الراكب الاتجاه المطلوب. لا تحتوي المحطة على صالة تذاكر بالمعنى المتعارف عليه (صالة واسعة بها مكتب تذاكر لحصول الراكب على التذاكر ثم المرور على ماكينات التحكم في الدخول والخروج الى أرصفة انتظار القطارات ) ولكن يقع مكتب بيع التذاكر في أحد المداخل في مستوى الشارع. تنصل الصالة المستديرة بأرصفة محطة الترام وبعض الغرف الخدمية المخصصة لاحتياجات التشغيل الإلكترونيات ميكانيكية بالإضافة الى اتصالها بأرصفة انتظار القطارات. تم تصميم الأرصفة على هيئة رصيفين مركزيين يحتويان على السلالم التي تربطهما بالصاليتين أعلاههما وبعض الغرف القليلة للمراقبة أو لاحتياجات الفنية، ويوضح شكل (٥-١٩) المساقط الأفقية للمحطة بالترتيب.

(1) Edwards, B., *Some Recent Station Projects In The Modern Station New approaches to railway architecture*. E & FN spon London UK Pp 151-153 -1997



شكل (١٨-٥) يوضح المساقط الأفقية لمحطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية

- (أ) المسقط الأفقي للمستوى الأول تحت الأرض موضح به المراجعات وممر المحلات التجارية  
 (ب) جزء من المسقط الأفقي للمستوى الأول تحت الأرض وهو فناء مزروع بظل عليه محلات تجارية  
 (ج) المسقط الأفقي للمستوى الثالث تحت الأرض وهو شرفة للانتقال إلى أرصفة انتظار القطارات  
 (د) المسقط الأفقي للمستوى الرابع تحت الأرض وهو أرصفة انتظار القطارات



شكل (٥-١٩) يوضح المساقط الأفقية لمحطة روتردام بلاك - هولندا

- (أ) المسقط الأفقي لمستوى الطريق موضح به المدخلان السطحيان والمساحة المحصورة بينهما  
 (ب) المسقط الأفقي لمستوى صالتي الانتقال إلى أرصفة انتظار القطارات حيث تصل إحداها بأرصفة انتظار الترام  
 (ج) المسقط الأفقي لمستوى أرصفة انتظار القطارات

### ٥-٧- مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك- أسبانيا<sup>(١)</sup>

المعماري: وشركاؤه مع المصمم الإنشائي أوف أورب وشركاؤه  
يعرض هذا المشروع كمثال للمشاريع التي يؤثر ويثري فيها الفكرة التصميمية  
للهيكل الإنشائي التصميم المعماري للمحطات.  
عدد سكان مدينة بيلباو

#### ٥-٧-١- موقع المشروع :

قام المعماري نورمان فوستر بتصميم المشروع في مدينة بيلباو (مليون نسمة) في مقاطعة  
باسك على حدود أسبانيا، وقد تم افتتاح المشروع عام ١٩٩٥. يربط هذا المشروع عدة أقطاب في  
المدينة وهي: الميناء- قرية الصيد-مركز المدينة- المنطقة الصناعية- الضواحي.

#### ٥-٧-٢- وصف عام للمشروع

يتكون المشروع من ١٤ محطة سطحية و ١٨ محطة تحت أرضية عميقة وأربعة منفذة بأسلوب  
الحفر المكشوف بحيث نفذ على عدة مراحل. كانت المرحلة الأولى في اتجاه الجنوب الشرقي تربط المركز  
بحيث يمتد موازى لضفاف النهر وتتكون هذه المرحلة من ١١ محطة تحت الأرضية صممت ٩ محطات  
منها عبارة عن وحدة نمطية تختلف فقط في مداخل كل محطة تبعاً لظروف الموقع المحيطة بالمحطة.

#### ٥-٧-٢- التصميم المعماري للمحطة النمطية

تم إنشاء المحطات النمطية بنظام إنشاء الأنفاق النمساوي الجديد<sup>(٢)</sup> New Austrian  
Tunnelling method (NATM) ويعتمد تشكيل المحطات على شكل النفق الذي يحتوي على  
الرصيف بطول المحطة يعبر إليه الركاب عن طريق كوبري خفيف على طرفي الرصيف (شكل ٥-٢٠).

ويكون الدخول إلى المحطة عن طريق السلالم المتحركة التي تأخذ الركاب بداية من المدخل  
القشري من منسوب الشارع إلى منسوب رصيف انتظار القطارات ماراً بمنسوب متوسط (كوبري  
معلق من جسم النفق) يحتوي على ماكينات التحكم في الدخول، وعليه تكون رحلة الراكب من

(1) Edwards, B., *Some Recent Station Projects In The Modern Station New approaches to railway architecture*, E & FN spon London UK Pp 157-158, 1997

(٢) المرجع السابق:

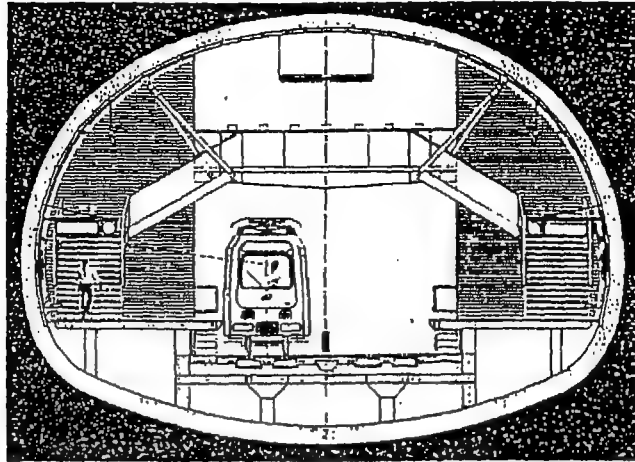
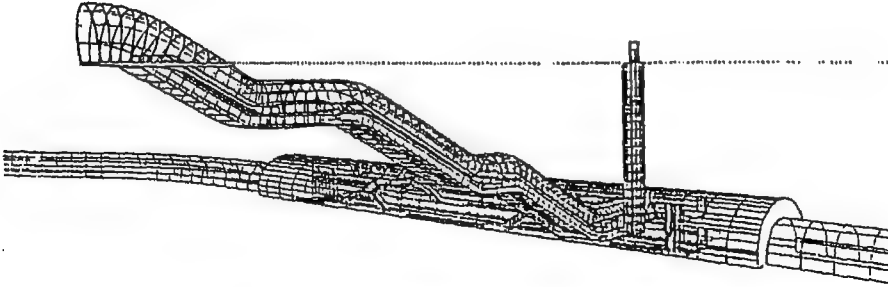
شرح مسط ل نظام إنشاء الأنفاق النمساوي الجديد: يبدأ بإقامة نفق مؤقت من الحرساة المروشة ومسلحة تسليح حفيف بعد الحفر مباشرة ثم  
تركيب السقف الأصلي (عبارة عن وحدات معسوة في الموقع أو سابقة التصميم) في وقت لاحق. وبميزات هذه الطريقة هو إعطاء المبرد من  
الوقت المتاح للأعمال التكميلية بين فترة الحفر وإقامة جسم النفق نفسه بالإضافة إلى المرونة في استخدام أشكال نفقية جديدة وأبعاد كبيرة للنفق  
بمسه، وفي هذا المشروع المنق على شكل البيضة Flattened egg يعرض ١٦م وارتفاع ١١م



الشارع الى القطار تمر بثلاث مراحل وهي:

- مرحلة الانتقال من الشارع الى المنسوب المتوسط عن طريق السلالم المتحركة
- مرحلة الوجود في المنسوب المتوسط للحصول على التذاكر ثم المرور من ماكينة التحكم في الدخول مرحلة الانتقال من المنسوب المتوسط الى منسوب أرصفة انتظار القطارات وطوال هذه الرحلة يمر الراكب في داخل وعاء من الحديد غير القابل للصدأ (ستنلس ستيل) - شكل (٥-٢١). وقد نجح المصمم المعماري بهذه الطريقة في نقل صورة مدينة بيلباو الصناعية داخل المحطة عن طريق اختياره لمواد النهو والتشطيب والمواد الإنشائية الخفيفة لتكون كلها سابقة التصنيع (منتجات مصنع) مثل مادة تغليف النفق بوحدات الخرسانة سابقة التصنيع - الكوبري المعلق من الألومنيوم المصنع بالإضافة الى استخدام الزجاج والحديد غير القابل للصدأ بدأ من المدخل الى باب القطار

شكل (٥-٢٠) يوضح التصميم المعماري لمحطة غمطية-مترو أنفاق بيلباو-أسبانيا.:  
 حيث تنقل السلالم المتحركة الركاب من منسوب الشارع إلى  
 كوبري معلق من جسم النفق ويؤدي بدوره إلى الأرضفة



شكل ( ٢١-٥ ) مراحل انقشال الراكب داخل المحطة ( وعاء من الحديد الغير قابل للمسا ) سابق الصنيع

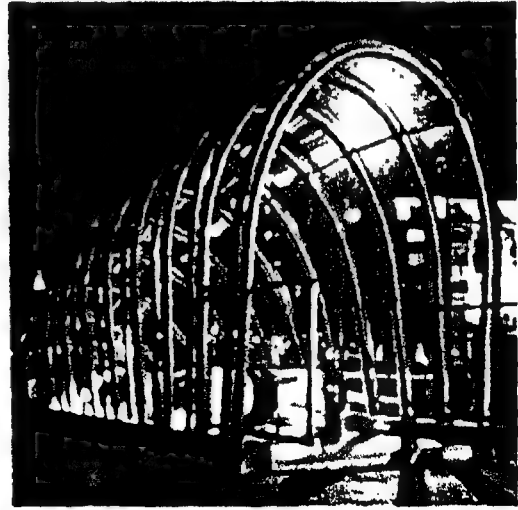
(أ) المدخل العشري بءاء من متسوب الشارع

(ب) انقشال الدفول مزوءة بالسلاام الممرككة

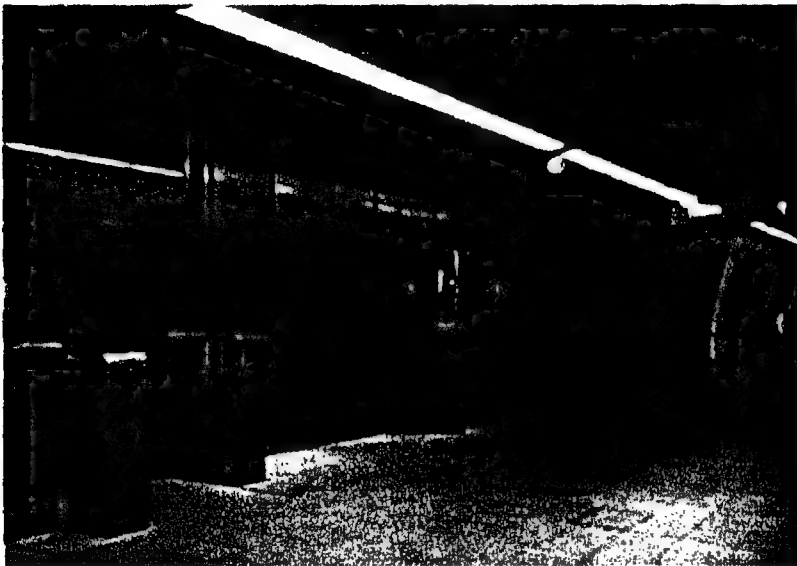
(ج) متسوب صالة التذاكر



(ب)

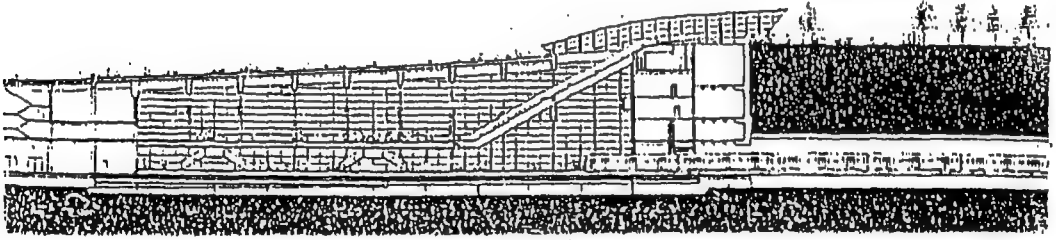


(أ)

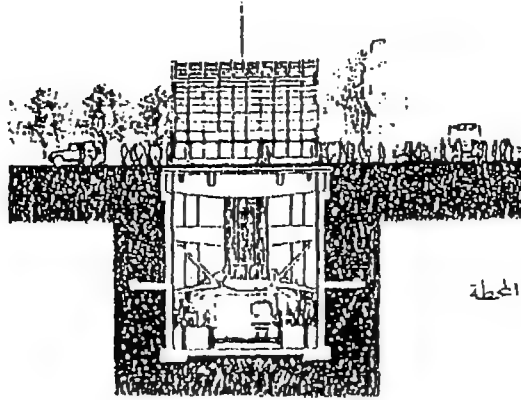


(ج)

شكل (٥-٢٢) محطة ساريكو- واحدة من المحطات الهامة من خط مترو أنفاق يلباو  
محطة غير نمطية تم تنفيذها بطريقة الحفر المكشوف



(أ) قطاع طولي في المحطة يوضح طريقة الإنشاء وشكل المدخل الرئيسي



(ب) قطاع عرضي في المحطة

### ٥-٨-٨- محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي<sup>(١)</sup> - ليون - فرنسا Venissieux Parilly Subway Station

يعرض هذا المشروع كمثال لمحطة تحت الأرضية تم تخطيطها وتصميمها لتتكامل مع مبنى سطحي فوقها. وتعتبر هذه المحطة نموذج ناجح لاستخدام تشكيل العناصر الإنشائية في توجيه حركة الركاب وتكوين خريطة ذهنية متميزة للمحطة في أذهان رواد الخط ككل - شكل (٥-٢٣)

#### ٥-٨-١- موقع المحطة

قام بتصميم المحطة المعماري جوردا في ضاحية "ليون"، وهي ضاحية قليلة السكان عند تقابل العديد من الطرق السريعة. ومن المخطط أن تقام المحطة في هذا الموقع ثم يقام فوقها مبنى سطحي كبير بمساحة ١٠٠٠٠ متر مربع بحيث يكون مدخل المحطة من الردهة الأساسية عن طريق توزيع عدد من السلالم للوصول إلى أرضية المحطة، وإلى أن يتم إنشاء هذا المبنى يظهر مدخل المحطة عن بعد عن طريق سقف خفيف من المواسير محمول على دعائم مائلة تحيط بها واجهة من حوائط منفصلة من الزجاج والحديد.

#### ٥-٨-٢- التصميم المعماري

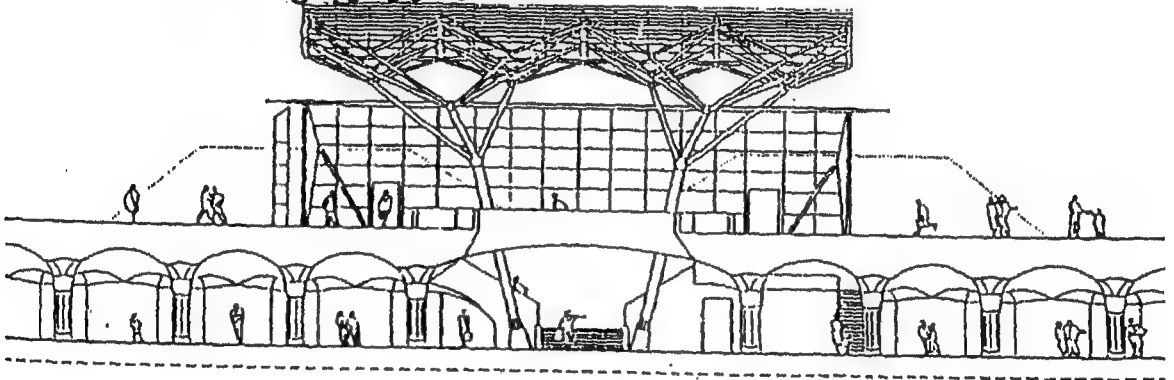
يعتمد تشكيل الفراغ الداخلي للمحطة على إظهار العناصر الإنشائية الموزعة بانتظام بالإضافة إلى تشكيلها المبكر للعناصر الإنشائية (سقف المحطة والأعمدة) شكل (٥-٢٤). المحطة مكونة من طابق واحد تحت سطح الأرض متصل مباشرة بالسطح عن طريق فراغ في منتصف المحطة مفتوح بكامله بحيث يحقق التواصل مع البيئة السطحية سواء كانت البيئة الخارجية (قبل إنشاء المبنى المزمع إقامته) أو الفراغ الرئيسي للمبنى (في المستقبل)

(1) Cerver, F A. *Subway StreetCar and Bus Urban Transportation. In Stations and terminals.* - Pp 164-171. Arco for Haerst Books International New York USA 1997

شكل (٢٣-٥) يعتمد المبدأ التصميمي لهذه المحطة على استخدام العناصر الانشائية في توجيه الركاب وتكوين صورة ذهنية متميزة لدى ركاب القط كشكل



شكل (٢٤-٥) قطاع طولى فى محطة فينيسيو ماريللى يتضح فيه مساحة التصميم المعماري للمحطة حيث تتكون من طابق واحد تحت الارض متصل بسقف المحطة بالهيئة الخارجية عن طريق فراغ فى منتصف



### ٩-٥- تحليل دراسات الحالة

فيما يلي عرض تحليلي للأمتلة المعروضة فيما سبق كمثال لعدة حالات منفصلة عن طريق فهم ترتيب وتتابع العناصر الفراغية المكونة للمحطة ( المداخل - صالة التذاكر - الأرصفة) بالإضافة الى التحليل العددي لأجزاء المحطة. يتم بالتحليل العددي حساب نسبة مساحة كل عنصر منسوباً الى المساحة الكلية للمحطة مع تجميع البيانات في جدول مقارن (جدول ٥-٢) ثم مقارنة تلك الأرقام ببعضها كمحاولة لاستنباط بعض المعايير الفراغية لتصميم محطات نقل الركاب تحت الأرضية:

#### ٥-٩-١- مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس - فنزويلا

تم عرض المشروع كمثال لمشروع متكامل عبارة عن شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة لدولة نامية. ويلاحظ أن الخطات النمطية في هذه الشبكة تحتوي على مداخل مباشرة عن طريق سلاالم من مستوى الطريق الى المستوى الأول تحت الأرض وتمثل ٨,٥% من مساحة المحطة الكلية وهو عبارة عن الفراغ المعماري الذي يحتوي على السلاالم التي تنقل من الطريق الى صالة التذاكر. يوجد فراغ مفتوح مركزي بين مستوى صالة التذاكر وأرصفة انتظار القطارات يساعد على ربط الفراغين ببعضهما فيقلل من الشعور بفقدان الاتجاهات مع خلق فراغ متوسط مميز (جزئية ٤-٣-٣)

تقع صالة التذاكر في المستوى الأول تحت الأرض بحيث يتزل الراكب مباشرة من مستوى الطريق إليها، وتنقسم الى جزئين الأول يسمى المنطقة العامة والثاني هو المنطقة التي يدخلها فقط حاملي التذاكر، تحتوي المنطقة العامة على مكاتب بيع التذاكر ثم حض ماكينات التحكم في دحون وخروج الركاب من وإلى أرصفة انتظار القطارات والذي يفصل بين جزئي صالة التذاكر ويتلوه السلاالم التي تنقل الراكب الى مستوى أسفل صالة التذاكر وتمثل ٣٩,٦% من مساحة المحطة الكلية. وتقاس سعة صالة التذاكر كمسطحات الحركة في المستوى الأول تحت الأرض مضافاً إليها السلاالم التي تنقل الراكب من مستوى صالة التذاكر الى أرصفة انتظار القطارات .

صممت أرصفة انتظار القطارات على هيئة رصيف مركزي بعرض ٧ متر<sup>(١)</sup> تقريباً وبطول ١٢٦ متر (طول القطار)، وتحتوي على مسطحات في نهايتي الرصيف مخصصة للأعمال الإكتروميكانيكية (التهوية والتكييف) وسلاالم مؤدية الى الدور العلوي (المنطقة الخدمية) - وتمثل مساحة انتظار القطارات ٢٤,٩% من المساحة الكلية للمحطة مقاسة كمساحة الانتظار في الدور الثاني تحت الأرض مضافاً إليها المسطحات الفنية في هذا المستوى.

وتحتل الفراغات الفنية ما يمثل ٢٢,٤% من مساحة المحطة موزعة على منسوب صالة التذاكر بما يمثل ٢٠,٨% وفي منسوب الأرصفة بما يمثل ١,٦% . يوضح شكل (٥-٢٥) تمثيل للتحليل الفراغي

(١) الأبعاد المذكورة مستبقة من المساطات الأفقية والقطاعات الشرفية في المرحع الذي تناول بالعرض هذا المثال

للمساقط الأفقية محطة ميجال أنطونيو كمثال للمحطات تحت الأرضية لهذا المشروع

٥-٩-٢- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن-أستراليا  
تم عرض المشروع كمثال لمشروع تم إضافته الى مدينة كثيفة غير مصممة حضرياً لاستقبال المشروع.

يعتبر موقع الخط من المحددات الهامة التي أثرت على توقيت وتشكيل المحطات وعلاقة المداخل بالمسقط الأفقي لها. فأولاً يوجد مباني هامة غير مسموح بإزالتها أو العمل تحتها حيث يمر الخط في شارع لاتروب ثانياً أدت صعوبة تحويل الحركة المرور في هذا الشارع الرئيسي الى اختيار تنفيذ المحطة مع الاحتفاظ بحركة المرور وعمل بعض التعديلات في الاتجاهات. ثالثاً أثر مشروع أنفاق صرف صحي على مناسيب بعض المحطات أسفل سطح الأرض كما نفذت محطة المتحف. رابعاً أثر وجود الخط في مكانه على موقع المحطة داخل الخط فكانت المسافات بين المحطات غير متساوية، أي أن المسافة بين محطة البرلمان ومحطة المتحف ١١٨٠ متر في حين أن المسافة بين محطتي المتحف وفلاجستاف ٦١٠ متر فقط

#### ٥-٩-٢-١- التحليل الفراغي للعناصر المعمارية لمحطة المتحف

تم تصميم المداخل داخل مبنى مرتفع عن سطح الأرض ليكون علامة مرئية تشير الى وجود مبنى تحت الأرض في هذه المنطقة وبشكل فراغ محمي من العوامل الجوية حيث يحتوي كل مدخل على مجموعة من السلالم المتحركة وثلاثة نزل نركاب من مستوى الشارع الى مستوى صالة التذاكر وتحتل مساحة المداخل ٤٨% من المساحة الكلية للمحطة مقاسة كفراغ معماري يحوي فقط السلالم التي تنقل الركاب من الطريق الى صالة التذاكر.

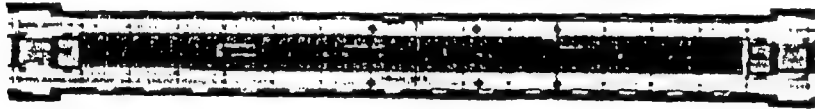
تنقسم صالة التذاكر الى منطقتين (منطقة عامة Free area لا يشترط دخولها أن يحمل الركاب تذكرة، ومنطقة يدخلها فقط حاملو التذاكر Paid area ويفصل بينهما صف ماكينات للتحكم في دخول وخروج الركاب من وإلى أرصفة انتظار القطارات. وتحتوي صالة التذاكر على مكتب لبيع التذاكر - مصاد - سلالم ثابتة ومتحركة تنقل الركاب من وإلى منسوبي أرصفة انتظار القطارات - فراغات تعمل كمجاري هواء لتهوية منسوب صالة التذاكر ومنسوبي الأرصفة - فراغ متوسط متصل بالمستويات السفلى لتوفير الاتصال البصري بين كل مستويات المحطة.

مساحة صالة التذاكر ١٦٨X٢٢,٥٥ والتي تبلغ ٣٧٨٠ متر مربع وهو نفس أبعاد فراغ أرصفة انتظار القطارات حيث أن أسلوب الإنشاء (أسلوب الحفر المكشوف) قد أملى على المصمم أن يحتفظ بنفس أبعاد الفراغ في كل مستويات المحطة وتمثل صالة التذاكر ٣٧,٦% من مساحة المحطة.









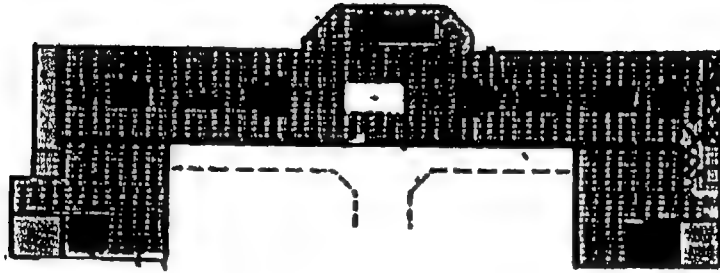
المسقط الأفقي لدور صالة التذاكر (أول منسوب تحت سطح الأرض)



المسقط الأفقي لدور أرضية انتظار القطارات (ثاني منسوب تحت سطح الأرض)

- فراغات خدمية   
 وسائل الاتصال الرأسية المستخدمة بواسطة الجمهور   
 فراغات عامة مستخدمة بواسطة الركاب   
 فراغات خاصة بتكييف الهواء 

شكل (٥-٢٥) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمخطة ميغال أنطونيو كمحطة نمطية - مشروع  
مترو كراكاس - فنزويلا



السقط الأفقي لدور صالة التذاكر

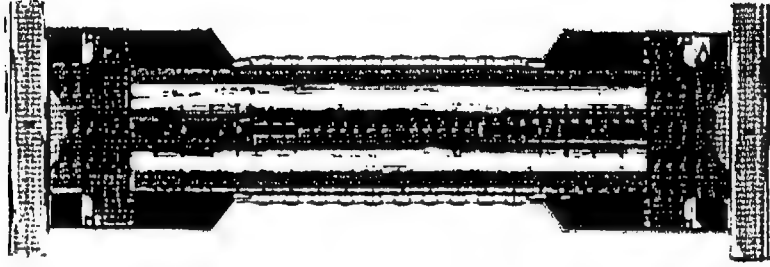
- فراغات تعليمية
- وسائل الاتصال الرأسى
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة
- فراغات خاصة بتكييف الهواء

شكل (٥-٢٦) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحة فلاجستاف - ملبورن

تحتوي أرصفة انتظار القطارات على طابقين مخصصين لأرصعة انتظار القطارات فكان إجمالي مساحة الأرصفة ما يعادل ٤٩,٥ % من إجمالي مساحة المحطة. ونظراً لظروف موقع المحطة (انحدار ملموس في منسوب الشارع أعلى المحطة) بالإضافة الى وجود مشروع الصرف الصحي أعلى منسوب سكة القطارات نتج مسافة رأسية (شكل ٥-١١) استخدمت كمساحة إدارية (مكاتب) ولكن ليس بكامل مساحة الطابق وتمثل ٨,١ % من إجمالي مساحة المحطة

٥-٩-٣- مشروع كوبري ومحطة مترو الأميذا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية  
تم عرض المشروع كمثال لمحطة تم إقامتها بالتنسيق مع المنطقة والمشاريع المحيطة بما

تم تصميم المداخل على هيئة سلال م مباشرة مغطاة بمظلة خفيفة تعمل كبوابة تغلق وتفتح حسب ساعات تشغيل المحطة وتمثل نسبة ٤,٨ % من المساحة الإجمالية من المحطة. تقع صالة التذاكر في مستوى متوسط (ميزانين) على أطراف المحطة بحيث يتوفر فراغ متوسط في المحطة لتصل الإضاءة الطبيعية الى الأرصفة فتتوفر للفراغ تحت الأرضي شيء من الحيوية ويتبدد الإحساس بالانعزال عن البيئة السطحية وتمثل ٥١,٢ % من مساحة المحطة. وتقع أرصفة انتظار القطارات الثلاث في منسوب أسفل الميزانين، رصيفان جانبيان بعرض ٤ متر ورصيف مركزي بعرض ٧ متر والأرصفة بطول ٦٣ متر (طول القطار) وتمثل ٤٤ % من إجمالي مساحة المحطة. هذا بالإضافة الى الغرف الخدمية في مستوى صالة التذاكر والتي تمثل ١٤,٦ % من مساحة المحطة وموقعها داخل صالة التذاكر.



المسقط الأفقي لدور الميزانين ويظهر من تحته منسوب أرصفة انتظار القطارات (ثاني منسوب تحت سطح الأرض)

- فراغات لنية (مخصصة بتكييف الهواء)
- وسائل الاتصال الرأسى
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور
- مكتب التذاكر

شكل (٥-٢٧) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة الاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية

#### ٥-٩-٤- محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية

تم عرض محطة ستراسبورج كمثال لمحطة ضخمة تجمع بين النشاط التجاري وانتظار السيارات ونهاية خطوط أوتوبيس وتاكسي بالإضافة الى خط سكك حديدية تحت أرضية.

#### ٥-٩-٤-٢- التحليل الفراغي للعناصر المعمارية المكونة للمحطة

تعتبر المحطة ضخمة من حيث المساحة المقامة تحت الأرض فهي مكونة من أربعة طوابق، الأول يحتوي على موقف الأوتوبيس والتاكسي وانتظار السيارات بالإضافة الى جزء من النشاط التجاري والسلام التي تربط هذا الطابق بالشارع أو بالطابق التالي له. بينما يتكون الطابق الثاني تحت الأرض من فراغ واسع مفتوح إلى أعلى مزروع ومضاء طبيعياً ويحتوي على الجزء المتبقي من المحلات التجارية بالإضافة الى عناصر الاتصال الرأسى. أما الطابق الثالث تحت الأرض فهو مستوى انتقالي فيه يخذد الراكب اتجاهه وإلى أي رصيف يتوجه. ثم ينتقل الراكب الى مستوى أرصفة انتظار القطارات.

فبحساب مساحة العناصر المكونة للمحطة يتضح الآتي:

موقف الأوتوبيس والتاكسي والجراج:	٢٤%
المناطق التجارية	٢٣,٩%
المدخل	٦,٧%
الفناء المفتوح ومناطق الحركة	٢٠,٢%
أرصفة انتظار القطارات	١١,٨%
المناطق الخدمية	١٣%

#### ٥-٩-٥- محطة روتردام بلاك - هولندا

تم عرض المحطة كمثال لمحطة تبادلية بين خطي سكك حديدية : ترام ومترو تحت أرضي في وسط المدينة. تعتبر المحطة صغيرة وبسيطة وتركز فكرها التصميمية في تشكيل وظهور مدخل في موقعها السطحي فكانت مساحة المدخل بما فيها المساحة المتداخلة مع الموقع السطحي (عبارة عن دائرتين عملاقتين) هي العناصر الأساسية في التصميم بنسبة ٣٤% من المساحة الكلية للمحطة.

لم تحتوي المحطة على صالة تذاكر، بمفهومها الوارد فيما سبق عرضه من الأمثلة حيث كان مكتب الحصول على التذاكر في مستوى الشارع تحت سقفية أحد المداخل المستديرة. يؤدي كل مدخل من مدخلي المحطة الى صالتين منفصلتين تماماً ولكن تتصل إحداها بمحطة الترام المتقاطعة مع محطة المترو. تتصل كل صالة على حدة بأرصفة انتظار لقطارات المترو فتكون الصالتين بمثابة فراغ انتقالي ليحدد فيه الراكب اتجاهه وأي رصيف يريد. تكون الصالتين بنسبة ٣٠,٦% من المساحة الكلية للمحطة.

أرصعة انتظار القطارات: رصيفين مركزيين يحتويان على السلام التي تربطهما بالمستويات الأعلى وبعض الغرف القليلة المستخدمة للأغراض الخدمية وتكون الأرصفة نسبة ٦١,٧% من مساحة المحطة.

الغرف الخدمية: قليلة نسبياً حيث تمثل ٧,٣% من مساحة المحطة موزعة في صالتي المحطة وأرصعة انتظار القطارات

#### ٥-٩-٦- مشروع مترو يبلوا - باسك - أسبانيا

تم عرض المشروع كمثال يؤثر ويثري فيه الفكرة التصميمية للهيكل الإنشائي التصميم المعماري. يعتمد تشكيل المحطات على شكل قطاع النفق وهو ببيضاوي غير منتظم بعرض ١٦ متر وارتفاع ١١ متر أما طول المحطة فهو طول القطار المستخدم.

تم تصميم المحطة بحيث تقع المداخل مباشرة على أرصفة المشاة وهي عبارة عن منشأ خفيف شفاف ذو تصميم مميز في مستوى الطريق بحيث يعكس إضاءة المحطة ليلاً إلى خارج المحطة. تنقل المداخل الركاب من الطريق إلى منسوب متوسط عن طريق سلالم كهربائية بالإضافة إلى مستوى متوسط يصل إليه الركاب للحصول على التذكرة وهو عبارة عن كوبرين خفيفين معلقين من جسم النفق وموقعهما في نهايتي المحطة. وأرصعة انتظار القطارات رصيفان جانبيين بعرض ٥ متر تقريباً

#### ٥-٩-٧- مشروع محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي - ليون - فرنسا

تم عرض المشروع كمثال لمحطة تحت أرضية متكاملة مع مبنى سطحي فوقها

تم تصميم المدخل (الوضع القائم) مبنى خفيف مكون من سقف وأعمدة من المواسير وحوائط زجاج مفصولة عن السقف يشكل عنصر متميز في الموقع السطحي. هذا المنشأ الخفيف ممتد إلى المنسوب الأول تحت الأرض (أرصعة انتظار القطارات) فينتقل الركاب من سطح الأرض عن طريق سلالم في فراغ يتوسط المحطة إلى منسوب أرصفة انتظار القطارات.

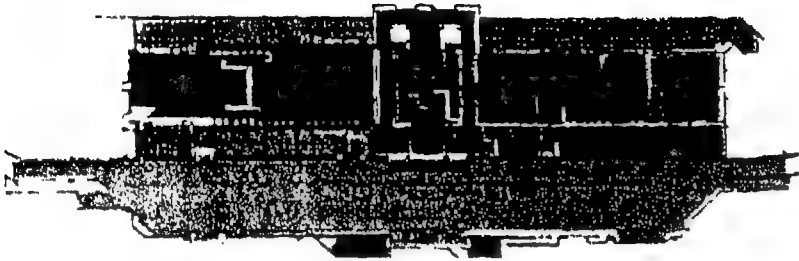
#### ٥-٩-٨- الخلاصة

في هذا الفصل استعرض البحث سبعة أمثلة من محطات تحت أرضية كل أنشئت تحت ظروف واعتبارات (محددات) مختلفة وجهت التصميم ليصل إلى صورته النهائية فكانت الأمثلة المعروضة:

- مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس - فترويل كمثال لمشروع متكامل عبارة عن

شبكة مكونة من ثلاث خطوط مترو حضري في عاصمة دولة نامية

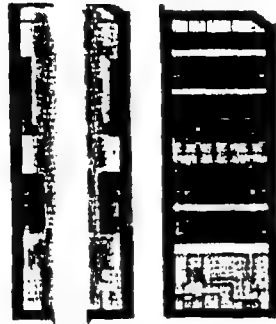
- مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرضية بملبورن - أستراليا



مخطط أفقي لمنسوب الجراجات



مخطط أفقي لمنسوب الفناء

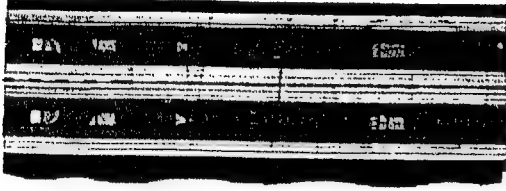


المسقط الأفقي لمنسوب الأرضية

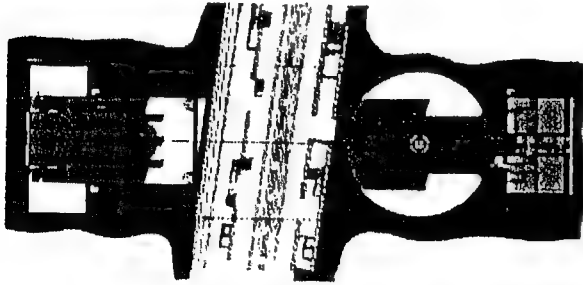
المسقط الأفقي لمنسوب شرفة الانتقال

- فراغات خدمية
- وسائل الاتصال الرأسى
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور
- فراغات تجارية أو جراجات
- فناء مفتوح ومزروع

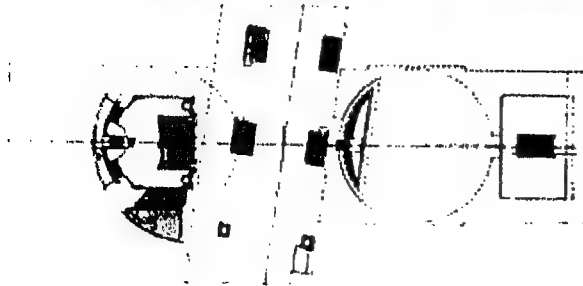
شكل (٢٨-٥) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة ستراسبورج



المسقط الأفقي لدور أرصفة انتظار القطارات



المسقط الأفقي لدور صالتي الانتقال من  
المدخل الى الأرصفة



المسقط الأفقي لمستوي الطريق

المرافق الخدمية  
وسائل الاتصال الرأسى  
فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور

شكل (٥-٢٩) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمحطة روتردام بلاك



- مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية
- محطة ترام ستراسبورج
- محطة روتردام بلاك - هولندا
- مشروع مترو أنفاق بيلباو - باسك - أسبانيا
- مترو أنفاق فينيسو - بارللي - باريس - فرنسا

بعد استعراض الأمثلة أعلاه تم تحليل المساقط الأفقية والقطاعات للمحطات المعروضة كما هو موضح في أشكال (٥-٢٥، ٥-٢٦، ٥-٢٧، ٥-٢٨، ٥-٢٩) ثم تم تفريغ البيانات الناتجة من التحليل في جدول مقارنة وهو عبارة عن إحصاء وصفي للعناصر الأساسية المكونة للمحطات (جدول ٥-٢) وهي المداخل وصالة التذاكر وأرصعة انتظار القطارات فظهرت نسبة كل عنصر على حدة منسوبة إلى المساحة الكلية للمحطة. وكانت نتائج المقارنة بالنسبة لكل عنصر:

- المداخل: ١- تشابه مثالين

## ٢- تقارب القيم في ثلاث أمثلة أخرى

- صالة التذاكر: قسمت صالة التذاكر إلى جزئين رئيسيين وهما مسطحات الركاب سواء في المنطقة العامة أو المنطقة بعد بوابات التحكم في الدخول والخروج ثم فراغات فنية لدواعي تكنولوجيا إدارة وتشغيل النظام (أمن ومراقبة - بيع التذاكر - تكييف الهواء - معدات وآلات) فكانت النسبة لمساحات الحركة :

### ١- تشابه مثالين

### ٢- اختلفت الثلاث أمثلة الأخرى ولكن خلال مدى مناسب

أما بالنسبة لمساحات الفراغات الخدمية فقد اختلفت الأمثلة الخمسة وكان الاختلاف خلال مدى واسع وهذا قد يرجع إلى أن اختلاف فلسفة وتكنولوجيا تشغيل النظام يؤثر على مساحة الفراغات الخدمية لمحطات نقل الركاب.

- أرصفة انتظار القطارات: قسمت إلى ثلاث مناطق رئيسية وهي مساحة انتظار - فراغات خدمية - ومساحة السكك الحديدية للقطارات وكانت النتائج:

- ١- اختلفت أربعة أمثلة في نسبة المساحة المخصصة للانتظار في كل حالة ولكن داخل نطاق مقبول
- ٢- تشابهت ثلاثة أمثلة في نسبة المساحة المخصصة للسكك الحديدية للقطارات، واختلف عنهم المثال الرابع ولكن داخل نطاق مقبول

٣- اختلف مثال "مشروع محطة ستراسبورج" كلياً عن الأمثلة الأربعة الأخرى وقد يعزى سبب الاختلاف إلى اختلاف الهدف الرئيسي من إقامة المحطة وهو تكوين مجمع تحت أرضي لمحطة ترام وموقف أوتوبيس وجراج ومجمع تجاري لذا قلت النسبة المخصصة لأرصعة انتظار القطارات.

وقد استبعدت القيم الخاصة بتلك المحطة في جزئية أرصفة انتظار القطارات عند استنباط متوسط القيم وهذا يعطي تمثيل أدق لنسبة المساحات المخصصة للعناصر الرئيسية للمحطات. قسي الفصل القادم يعرض البحث مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى مع تحليل العناصر المعمارية المكونة للمحطات لإمكان مقارنتها بنتائج هذا الفصل وتقييم المشروع المصري من حيث أوجه نجاح التصميم ونقاط الضعف والوصول لبعض التوصيات التي قد تحسن من التصميم.

مدرول (١-٥) مقارنة بين الخمس مشروعات المعروضة في هذا البحث لتحديد أوجه الاتفاق والاختلاف في كل عنصر من العناصر التصميمية للمحطات

المشروعات المروضة	مشروع شبكة خطوط مترو كراكس - محطة ميخايل أنطونيو	مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملبورن - محطة المتحيد	مشروع كوبري وحملة مترو أنفاق الاميدا	مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية	مشروع محطة روتردام بلاك هولندا	مشروع مترو أنفاق يلباو	مشروع محطة مترو أنفاق فيبيسيو باريلي حرس
المداخل:							
الخط التصميمي	سلام مباشرة	متخصصة داخل مبنى سطحي	سلام مباشرة محطة مظلة خفيفة	سلام مباشرة	سلام تحت مشاة مدخل مفتوح	سلام مباشرة بطولها غطاء تشري شفاف	مدعمة داخل مبنى صلب
بنف من مسوب الطريق الى	صالة التذاكر	صالة التذاكر	صالة التذاكر	ممراتين بطل على شاه شبه مفتوح	صانتي سفنتين بمثابة فراغ ليحدد الركاب فيه الاتجاه المطلوب	صالة التذاكر	أرصعة انتظار القطارات
مرفعها في مسوب الشارع	على أرصفة المشاة	على أرصفة المشاة أو داخل حديقة مفتوحة	داخل ساحة مفتوحة	في ساحة مفتوحة أمام مبنى ذو أهمية تاريخية	في ميدان فنيح يحصر للمشاة	على أرصفة المشاة	المبنى السطحي داخل ساحة مفتوحة
صالة التذاكر أو ما يمثلها:							
مرفعها	أول منسوب أسفل سطح الأرض		مستوى متوسط (ميزانين)	تحت المنسوب الأول والثاني تحت الأرض	أول منسوب أسفل سطح الأرض	مستوى متوسط (ميزانين)	في المستوى السطح
بعضها	تنقسم إلى منطقة حرة ومنطقة بدسها فقط حاملتي التذاكر بالإضافة الى اتصالها بمنطقة تجارية في نفس المنسوب	تنقسم إلى منطقة حرة ومنطقة بدسها فقط حاملتي التذاكر بالإضافة الى اتصالها بمنطقة تجارية في نفس المنسوب	مستوى متوسط على أطراف المحطة يتوفر فراغ متوسط تهر من خلاله الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة	ليست صالة تذاكر بمفهومها الموحد في جزئية (٢-٣) أي أنها لا تحتوي على مكتب بيع التذاكر ثم ماكينات التحكم في الدخول والخروج	ليست صالة تذاكر بمفهومها الموحد في جزئية (٢-٤) أي أنها لا تحتوي على مكتب بيع التذاكر ثم ماكينات التحكم في الدخول والخروج	مستوى متوسط (كوبري معلق من جسم النفق في هاتي المحطة)	مستوى سطح الأرض حول فراغ مسوب حدر مر خلاله الإضاءة الطبيعية الى منسوب الأرصفة
بمنزاعها	سلام المناخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج مناطق فية - فراغ متوسط بطل على أرصفة انتظار القطارات	سلام المناخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج ثرات نوذي الى المنطقة التجارية - مناطق فية - فراغ متوسط بطل على أرصفة انتظار القطارات	سلام المناخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج مناطق فية - فراغ متوسط بطل على أرصفة انتظار القطارات	منطقة مخصصة لمواقف أوتوبيس وتاكسي ماكينات التحكم في الدخول والخروج كمناطق تجارية - مناطق فية - سلام ثابتة ومتحركة تنقل الى المستويات المختلفة	سلام المناخل ومضاعفد - مكتب بيع التذاكر - مناطق فية - فراغ متوسط بطل على أرصفة انتظار القطارات	سلام المناخل ومضاعفد - مكتب بيع التذاكر	سلام المناخل ومضاعفد - مكتب بيع التذاكر
أرصفة انتظار القطارات							
برعها وأبعادها	وهيب مركزي بعرض ٧ وطول ١٢٦ متر تقريباً (طول القطار)	وصيفين جانبيين بطول ١٦٨ متر (طول القطار) في كل مستوى	وصيفين جانبيين كل بعرض ٦ متر وطول ٦٠ متر	وصيفين مركزيين كل بعرض ٨ متر وطول حوالي ١١٨ متر	وصيفين جانبيين بعرض ٥ متر تقريباً	وصيفين جانبيين بعرض ٥ متر تقريباً	وصيفين جانبيين
مرلها	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	أربع أرصفة في منسوبين أسفل بعضها	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	ثاني منسوب تحت سطح الأرض	أول مستوى أسفل سطح الأرض
كبيرة ارتباطها بالعاصر الأخرى	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة	ترتبط بكل مستوى بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وكلما تتصل مستويي الأرصفة ببعضهما بسلام وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة	ترتبط بصالة التذاكر عن طريق سلام ثابتة ومتحركة تنقل حركة الركاب من وإلى الأرصفة، وتتصل بصالة التذاكر عن طريق فراغ بين المستويات الرأسية بتوسط المحطة
العرف الفنية							
موقعها في المحطة	بعضها في منسوب صالة التذاكر والبعض الآخر في منسوب الأرصفة	موزعة في منسوب صالة التذاكر وفي منسوب الأرصفة	لم يذكر وجود أية غرف فنية في المرافق المتوفرة	موزعة في منسوبي المحلات التجارية وفي منسوب الأرصفة	موزعة في منسوب صالتي الانتقال إلى الأرصفة وفي منسوب الأرصفة	توجد بعض الغرف الفنية في بعض المحطات (بحسب الاحتياج إليها وليس كلها)	

[illegible]

شكل (٣-٥) مقارنة بين نسبة مساحة كل عنصر من العناصر المعمارية المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمتلة العالية

العناصر المكونة للمحطة					المشروع	
نقطة أخرى	لرصفة انتظار قطارات		فراغات فنية		صالة التذاكر	مداخل
	فراغات فنية	فراغات فنية	فراغات فنية	فراغات فنية	مساحات الحركة	
---	%٢٥,٤	%١,٦	%٢٤,٩	%٢٠,٨	%١٨,٨	%٨,٥
إداري ٨,١	%١٨,٧	---	%٣٠,٨	%٠,٧	%٣٦,٩	%٤,٨
---	%٢٥,٥	---	%١٨,٥	%١٤,٦	%٣٦,٦	%٤,٨
غباري %٢٣,٩	%٤,٣	%٠,٥	%٧,١	%١٢,٥	%٢٠,٢	%٦,٧
---	%٢٦,٧	%٢,١	%٣٢,٩	%٥,٢	%٢٥,٤	%٧,٧
لا توجد معلومات متوفرة (مساحات أفقية) لاستيعاب قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة					محطة التغطية	
لا توجد معلومات متوفرة (مساحات أفقية) لاستيعاب قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة					محطة فينيسيو باريلي-ليون-خاريس	
١١,٤	٢٤,١	٠,٨	٢٦,٨	١٠,٨	٢٧,٦	٦,٥
---	٣,٦٣	٠,٩٦	٦,٧٤	٧,٩١	٨,٧٢	١,٦٧

## الفصل السادس

دراسة حالة مترو أنفاق القاهرة الكبرى

- تحديد حجم وأبعاد مشكلة النقل داخل اقليم القاهرة الكبرى مع التعرض لأهم الحلول المقترحة
- شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى
- التصميم المعماري لمحطات الخط الأول ( المرج - حلوان ) تحت الأرضية
- التصميم المعماري لمحطات الخط الثانى ( شبرا الخيمة - الجيزة ) تحت الأرضية
- المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثانى لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى
- تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

## الفصل السادس

### دراسة حالة - مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

#### ٦-١- تحديد حجم وأبعاد مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى مع التعرض لأهم الحلول المقترحة<sup>(١)</sup>

سبق أن قدم الكثير من دراسات النقل لحل المشكلة القائمة بإقليم القاهرة الكبرى وكانت تلك الدراسات هي<sup>(٢)</sup> : تقارير الخبراء الفرنسيون عام ١٩٥٤، وعام ١٩٦٤، تقرير الخبراء البريطانيين عام ١٩٦٤، وتقرير الخبراء السوفييت عام ١٩٦٦، ودراسة هيئة التعاون الدولي اليابانية ١٩٦٧، ودراسة هيئة تخطيط القاهرة الكبرى ١٩٦٩، ودراسة بيت الخبرة الفرنسي عام ١٩٧٣. وفيما يلي إستعراض للمشكلة الحالية كما وردت في أحدث دراسة قام بها بيت الخبرة الفرنسي الذي قام بأكثر من دراسة سابقة.

#### ٦-١-١- تقييم مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى

من المعروف أن إقليم القاهرة الكبرى له من السمات الخاصة التي تميزه عن غيره من باقي محافظات الجمهورية حيث تتركز به كل الأنشطة والخدمات المركزية مثل الوزارات ودواوين الحكومة والمراكز العلاجية ومراكز البحث العلمي والجامعات ومراكز المال والتجارة. بالإضافة الى ذلك الزيادة المطردة في عدد سكان الإقليم حيث أن التقسيم الجغرافي للإقليم هو "محافظة القاهرة وبعض الأجزاء من محافظتي الجيزة والقليوبية".

قد تم تكليف الاستشاري المصمم لشبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى الحاليين (الخط الأول-الخط الثاني) والقوائم بالدراسات السابقة المقدمة عامي ١٩٧٣، ١٩٧٧ لتحديث دراسة احتياجات النقل العام حتى عام ٢٠٢٢. وفيما يلي بعض الإحصائيات المقدمة في أحدث دراسة التي توضح حجم مشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى.

- يبلغ تعداد سكان الإقليم ١٣,٥ مليون نسمة عام ١٩٩٦. يحتوي الإقليم على مساحة حضرية ذات تعداد ١١,٢٧ مليون نسمة وقد يصل عدد السكان عام ٢٠٢٢ الى ١٩,٦٧ مليون نسمة بمعدل ٢١,٢ % من سكان الجمهورية
- يبلغ عدد العاملين (١٥-٥٩ سنة) حوالي ٤,١ مليون، ٣٠ % من إجمالي عددهم عاملين بالقطاع الحكومي. وجدير بالذكر أنه خلال العشر سنوات الأخيرة ازدادت القوى العاملة بمعدل سنوي ٨,٧ % وقد تصل الى ١٣,٦ % عام ٢٠٢٢. تحتل القوى العاملة أهمية كبيرة في دراسات احتياجات النقل العام حيث تشكل رحلات (المتزل-العمل) بين مركز المدينة وحدود او ضواحي الإقليم النسبة الأكبر من رحلات النقل.
- أعداد الطلبة (المرحلة العمرية ٦ سنوات فما فوق) ٣,٤١ مليون عام ١٩٩٨ وقد يصل الى ٥,٨٧ عام ٢٠٢٢.

(١) أحدث دراسة قام بها الاستشاري سينرا لصالح امانة القومية للأنفاق عام ١٩٩٩ تحت أسم:

Report 2 – Integrated public transport Network scenarios.

(٢) المهندس إيهاب عفة. التأثيرات العمرانية لوجود مترو الأنفاق في المناطق المحيطة به. ماحستير – كلية هندسة – جامعة عين شمس (١٩٩٣).

في غياب وسائل المواصلات العامة المريحة والسريعة يلجأ الراكب الى استخدام السيارات الخاصة والتاكسي مما يؤدي الى تكديس الطرق الآلية والذي يؤثر بدوره على كفاءة وسائل المواصلات العامة التي تستخدم نفس الطرق وهذا بالإضافة الى إنسدادات في مداخل الشرايين الرئيسية المؤدية الى قلب المدينة وتكون النتيجة:

- تقل السرعة الفعلية للسيولة المرورية وبالتالي تزيد أزمات رحلات النقل العام
  - عدم انتظام تدفق وسائل المواصلات العامة التي تخدم قلب المدينة
- من المتوقع ان تنخفض السرعة المرورية لوسائل المواصلات البرية كما السيارات الى ٥٠% سنة ٢٠٢٢ عنها الآن (من ٢٠ كم/س عام ١٩٩٨ الى ١٠,٥ كم/س سنة ٢٠٢٢).

#### ٦-١-٢ دراسة احتياجات النقل في إقليم القاهرة الكبرى

كما ذكر أعلاه قامت الدراسة بتحديث الإحصائيات الخاصة بأعداد جمهور مستخدمي وسائل النقل العامة (السكان والطلبة..... الخ) بالإضافة الى الوضع الحالي للنقل العام في إقليم القاهرة الكبرى.

وقد تم دراسة تكامل وسائل المواصلات العامة في ضوء خمسة موضوعات وهي أولاً هيكل "متطلبات النقل الحالي والمستقبلي" في القاهرة، ثانياً الوضع الحالي والمستقبلي لتوزيع مواقع العمل والسكن، ثالثاً الخطط طويلة المدى للتكامل بين المترو-الترام وخطوط السكك الحديدية، رابعاً تحديد مناطق توليد الرحلات الآلية، وخيراً وجود عوائق مادية في طريق الخطوط الجديدة المقترحة

وقد خلصت دراسة الوضع الحالي للنقل الى النتائج الآتية :

- في ضوء السعداد السكاني والوضع الحالي لوسائل النقل يتحرك مركز ثقل إقليم القاهرة الكبرى من منطقة وسط المدينة (رمسيس-العتبة-التحرير) الى الاتجاه الشمالي الشرقي
- المحور الرئيسي لإقليم القاهرة الكبرى يتحرك من الاتجاه الشمالي الجنوبي الى الاتجاه الشرقي الغربي بدءاً من مدينة السادس من أكتوبر الى مدينة العاشر من رمضان
- يوجد عدد كبير من المناطق المكدسة سكانياً وفقيرة من ناحية خدمات النقل مثل (شبرا-إسبابة.....) وهذا يعني أنه مع تزايد دخل الأسرة المصرية والأنشطة في إقليم القاهرة الكبرى سوف تولد هذه المناطق ضغوط على خدمة النقل في الإقليم
- يمكن إعادة توقيع وتأهيل خطوط ترام لتدخل في المخطط الجديد
- يمكن الاعتماد على خطوط السكك الحديدية للسويس لربط القاهرة بالمدن الجديدة الشرقية مثل العبور-الشروق-القاهرة الجديدة... الخ

وبناءً على هذه النتائج طرحت بدائل لحل مشاكل النقل بالقاهرة الكبرى باستخدام وسائل المواصلات المطروحة مثل إنشاء نظام نقل سريع كتلي (Mass Rapid Transit (MRT



لتنقل أعداد ضخمة من الركاب بما يعادل: من ٣٠ ألف الى ٩٠ ألف راكب/ساعة/الاتجاه بسرعة تشغيل ٣٠-٦٠ كم/س وهو ممتثل في خطي مترو أنفاق القاهرة الكبرى (الخط الأول-الخط الثاني) وإنشاء شبكة نقل السكك الخفيفة (LRT) Light Rail Transit لنقل من ١٠ ألف الى ٣٠ ألف راكب/ساعة/الاتجاه بسرعة تشغيل ٢٠-٣٥ كم/س مستخدماً مسارات مفصولة كما هو الحال في باريس-لندن-بيونس ايريس ثم خطوط الترام الحديثة Modern Tramway لتنقل من ثلاث آلاف الى ١٢ ألف راكب/ساعة/الاتجاه في مسارات شبه مفصولة بسرعة تشغيل ١٥-٢٥ كم/س وأخيراً نظام الأوتوبيس Bus System ينقل من ألفين الى عشرة آلاف راكب/ساعة/الاتجاه مع العلم أن هذا النظام يمثل ٢٠% من خدمة النقل العام في الوضع الحالي

### ٦-١-٣- خطة النقل العام بإقليم القاهرة الكبرى

تم اعتبار (MRT) هو العمود الفقري لشبكة النقل العام في القاهرة الكبرى مع إعادة تشكيل (صياغة دورها) باقي أشكال وسائل المواصلات المرنة (الأوتوبيس-التاكسي-السرفيس) لتتكامل مع خطوط النقل السريع الكتلي وهذا بإضافة بعض خطوط سكك خفيفة (LRT)

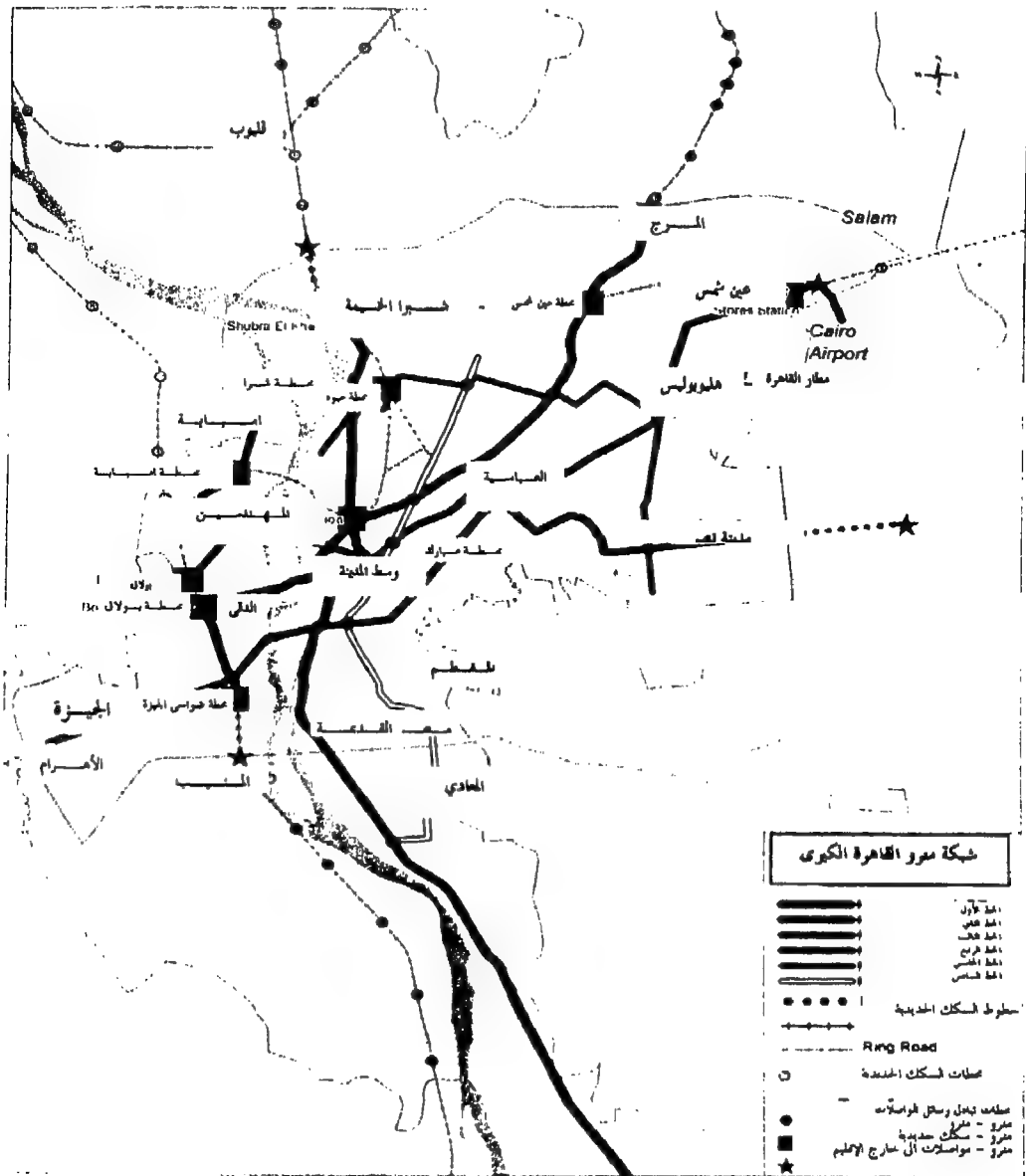
### ٦-٢- شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى

بدأ "مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى في عام ١٩٧٧ بالدراسة المعدة من قبل المكتب الاستشاري سوفوتو وتتكون شبكة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى من ثلاث خطوط تغطي محاور الحركة ذات أحجام النقل الكبيرة التي تتجاوز قدرة وسائل النقل السطحي. وقد تم التخطيط والتصميم لهذه الشبكة منذ الدراسات الأولى لمشكلة النقل العام داخل الإقليم وقد تم تعديل عدد ومسار خطوط هذه الشبكة الى ستة خطوط أربعة منها نقل سريع كتلي مع تحقيق خطان منهم (الخط الأول- الخط الثاني) وجاري تحديث دراسة الخط الثالث ثم خطي نقل سكك خفيفة كما هو موضح في شكل (٦-١)

### ٦-٢-١- الخط الأول المرج-حلوان

يبلغ طول الخط ٤٤ كم وعدد المحطات ٣٥ محطة منها خمس محطات تحت أرضية و الباقي محطات سطحية وذلك بطاقة النقل التصميمية ٢ مليون راكب/اليوم تم افتتاح الخط عام ١٩٨٧ ويربط بين منطقة حلوان (جنوب القاهرة) وهي منطقة ذات نشاط صناعي من الدرجة الأولى بمنطقة المرج (شمال القاهرة) وهي حدود النشاط الزراعي ماراً بوسط المدينة عن طريق نفق تحت سطح الأرض بدءاً من رمسيس إنتهاءً بمنطقة السيدة زينب بطول ٤,٧ كم. وقد قانت الدراسة على مبدأ الاحتفاظ بمسار خطين للسكة الحديد: الأول من حلوان الى باب

شكل (٦-١) يوضح الوضع المقترح لتكامل وسائل المواصلات المختلفة لحل مشكلة النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى



اللسوق والثاني من المرج الى كوبري الليمون (ميدان رمسيس)، ثم كهربية الخطين وتحديث المحطات لتناسب مع التقنية المعاصرة.

#### ٦-٢-٢- الخط الثاني شبرا الخيمة الجيزة

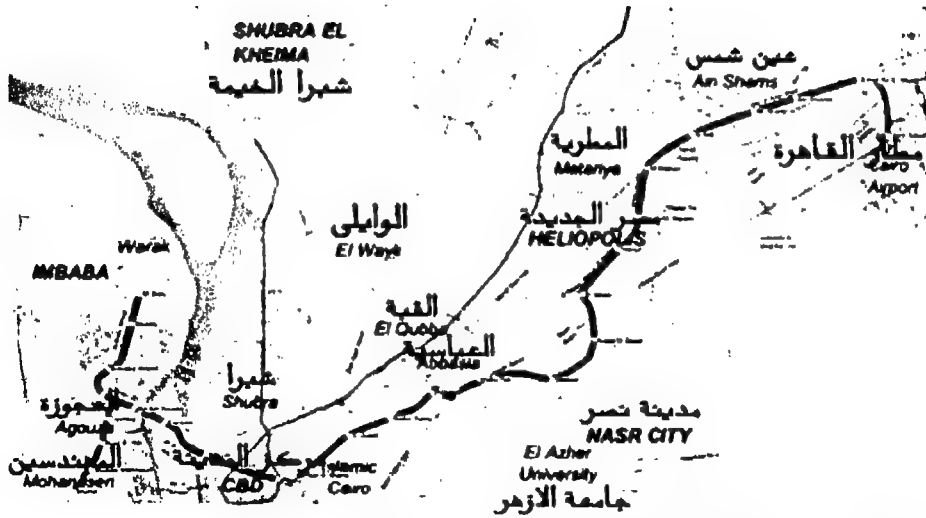
يبلغ طول الخط ١٩ كم و عدد المحطات ١٨ محطة منها ١٢ محطة تحت أرضية، أربع محطات سطحية، محطتان علويتان ذلك بطاقة النقل ١٧٦٠٠ راكب/يوم  
تم افتتاحه على أربع مراحل الأولى في أكتوبر ١٩٩٦ ويربط بين منطقة شبرا الخيمة وهي ذات نشاط صناعي ثم منطقة شبرا ذات الكثافة السكانية العالية ثم يمتد الى محافظة الجيزة وأهم معالمها جامعة القاهرة ماراً بمنطقة وسط المدينة (رمسيس-العتبة-عابدين-التحرير) ويحقق هذا الخط الربط بين محافظة القليوبية شمالاً ثم القاهرة ثم الجيزة جنوباً

#### ٦-٢-٣- الخط الثالث (تحت الدراسة)

يبلغ طول الخط ٨,٥ كم وعدد المحطات ٩ محطات  
يمتد الخط من أقصى الغرب بدءاً من امبابه شمال محافظة الجيزة ويعبر الفرع الغربي لنهر النيل الى الزمالك ويستمر أسفل شارع ٢٦ يوليو ثم يرتفع ليعبر أعلى الفرع الشرقي لنهر النيل داخل جسم كوبري ١٥ مايو حيث يعود الى المسار النفقي أسفل شارع ٢٦ يوليو ثم أسفل الخط الأول للمетро عند تقاطعه مع شارع رمسيس ويستمر شرقاً أسفل الخط الثاني في منطقة العتبة ثم أسفل شارع الأزهر الى منطقة الدراسة حتى شارع صلاح سالم حيث يحقق ربط محافظة القاهرة والجيزة في الاتجاه الشرقي الغربي

ثم تم التعاقد مع مكتب سيسترا لتحديث الدراسة بما يتفق مع التغيرات الكثيرة التي طرأت على إقليم القاهرة الكبرى منها إنشاء النفق الآلي في شارع الأزهر الذي يمثل عائق رئيسي لتنفيذ الخط بمساره السابق وازدياد مطالب النقل لمناطق العباسية ومدينة نصر.

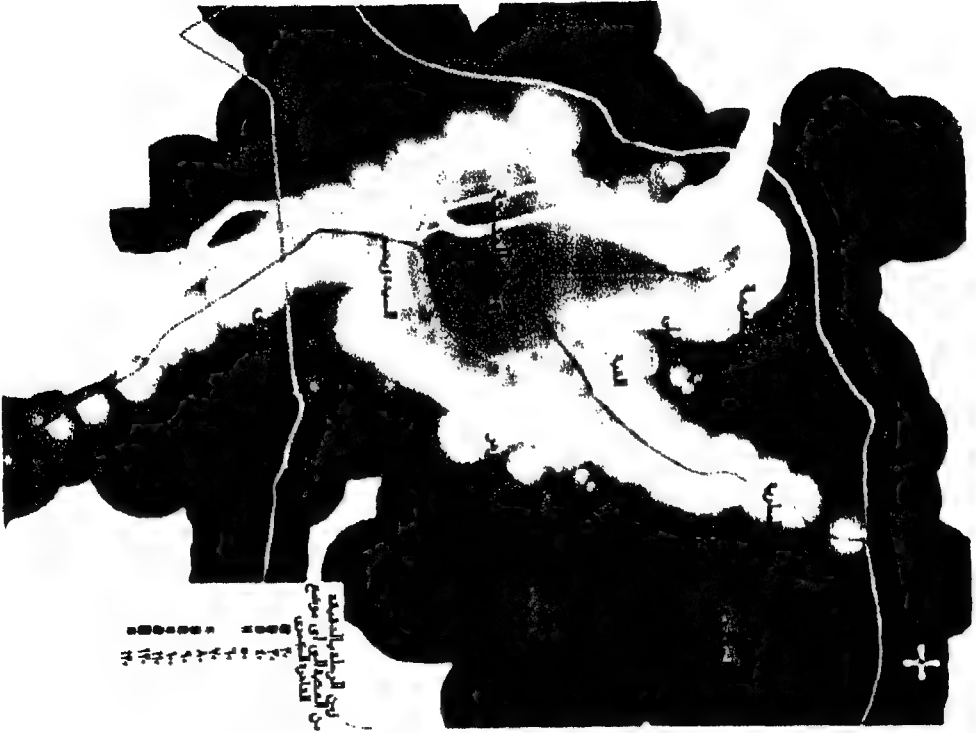
قد صمم الخط على أساس أعداد السكان وموقف النقل العام سنة ٢٠٢٢م. ويتكون الخط من ٢٩ محطة بطول ٣٣ كم ويمتد ليربط بين شرق وغرب الإقليم بدءاً من مطار القاهرة الدولي مروراً بعين شمس ثم ميدان هليوبوليس ثم شارع الأهرام ثم مدينة نصر (الإستاد الرياضي) ثم العباسية-العتبة-الزمالك-الكيت كات ثم يتفرع الى فرعين "الى امبابه والى المهندسين". ويتقاطع الخط الثالث مع الخط الأول في محطة جمال عبد الناصر أسفل شارع رمسيس ثم مع الخط الثاني في محطة العتبة بالقرب من ميدان العتبة (شكل ٦-٢)، ويوضح (شكل ٦-٤) تأثير وجود الخط الثالث على تحسين وزيادة سرعة أداء وسائل النقل داخل إقليم القاهرة الكبرى.



شكل ( ٦-٢ ) مسار الخط الثالث كما جاء في أحدث دراسة



شكل (٦-٣)  
مسار الخط الثالث كما  
جاء في الدراسات الأولية



شغل ( ١٤٩ )

بوشح حاضر القطر الدالت على ربن الرحلات الى حتر بواسطة المراسلات العامة من العترة الى لي موشح داخل القادرة العتري

### ٦-٣- التصميم المعماري لمخطات الخط الأول (المرج - حلوان) تحت الأرضية

المعماري: ا. د. جمال بكري استشاري الهيئة القومية للأنفاق للشئون المعمارية بالتعاون مع مكتب سوفروتو/ المهندسون الاستشاريون العرب

تم إنشاء هذا الخط بالاستعانة بخطة السكة الحديد من حلوان الى باب اللوق والثاني من المرج الى كوبري الليمون ثم الوصل بين جزئي الخط الشمالي والجنوبي عن طريق نفق سطحي حيث تم تنفيذ النفق بأسلوب الحفر المكشوف ويتضمن خمس محطات متشابهة الى حد كبير حيث تتكون من صالتي تذاكر على جانبي سكة القطار ورصيفي انتظار بطول ١٩٧م وهو طول القطار المستخدم وبعض الغرف الخدمية. إلا أن محطتي مبارك (رمسيس) والسادات (التحرير) قد صمما على أنهما محطتان تبادليتان مع الخط الثاني. وفيما يلي شرح مفصل لكل من:

٦-٣-١- محطة مبارك

٦-٣-٢- محطة عرابي

٦-٣-٣- محطة جمال عبد الناصر

٦-٣-٤- محطة أنور السادات ( التحرير )

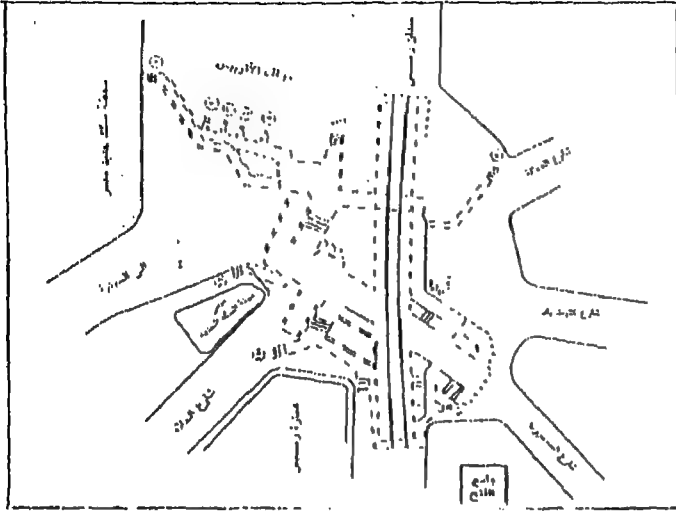
٦-٣-٥- محطة سعد زغلول

### ٦-٣-١- محطة مبارك

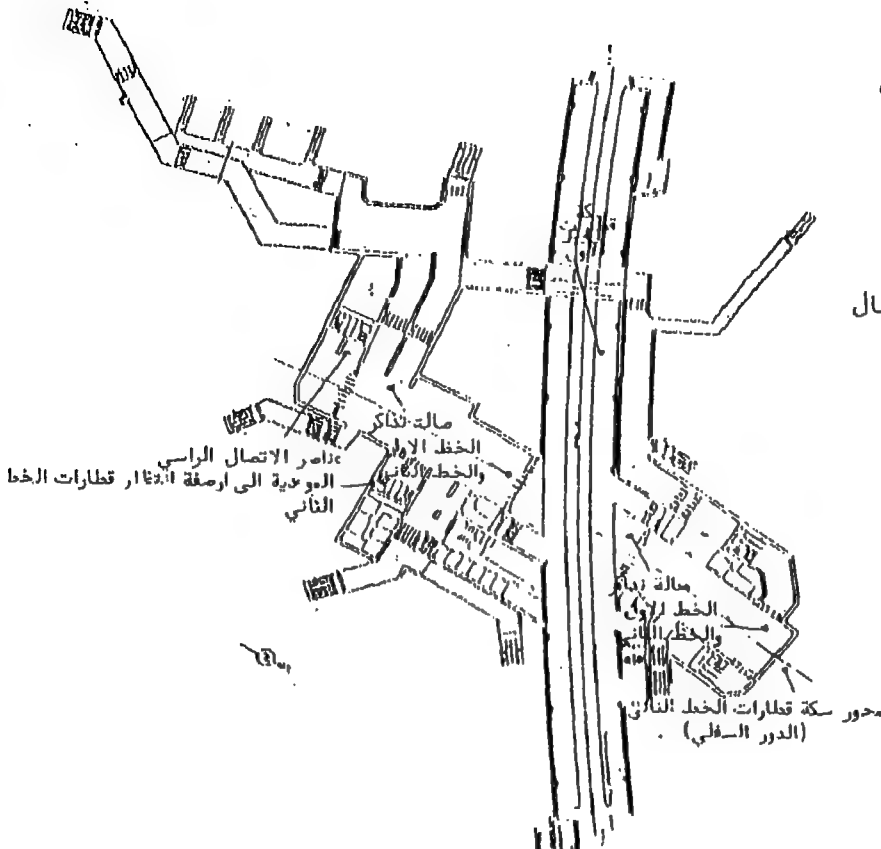
وهي محطة عملاقة تقع في ميدان رمسيس (شكل ٦-٥) وتتكون من دورين الدور العلوي بمسطح ٢م١٣٠٠٠ تقريباً وهو الدور الذي يمر به الخط الأول والدور السفلي بمسطح ٢م٢٣٥٠ يمر به الخط الثاني. الدور العلوي عبارة عن صالتي تذاكر على جانبي سكة قطار الخط الأول مجهزين بكل الغرف خدمة اللازمة لعملية التشغيل بالإضافة الى العناصر الرئيسية لخدمة الجمهور مثل مكتب بيع التذاكر في كل صالة وسلام متحركة وثابتة للوصول الى الدور السفلي (الخط الثاني) بمعدل مجموعة سلام لكل رصيف بالإضافة الى المداخل والمخارج الى منسوب الشارع موزعة في كل أنحاء ميدان رمسيس بحيث تخدم محطة مصر (للسكك الحديد) وموقف أوتوبيس السرفيس وموقف أوتوبيس الى داخل وخارج إقليم القاهرة الكبرى والشوارع اقامة المحطة (شكل ٦-٦).

يضم الدور الأول أيضاً أرصفة انتظار القطارات بطول ١٩٧م لكل رصيف ومتصلة بأرصفة الخط الثاني (الدور السفلي) عن طريق أربعة مجموعات من السلام الثابتة والمتحركة بمعدل مجموعتي سلام على كل رصيف

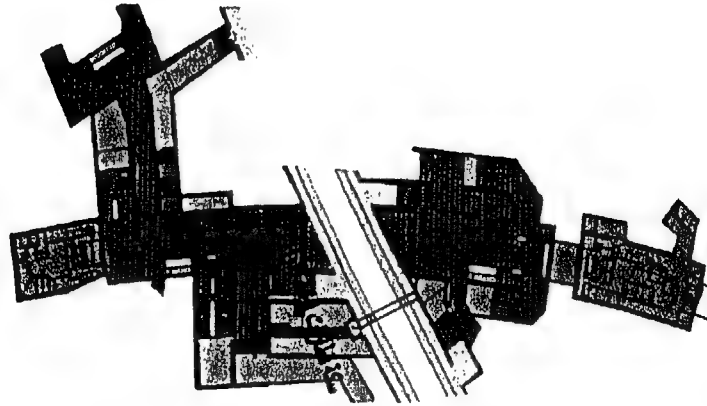
الدور السفلي: عبارة عن أرصفة انتظار القطارات للخط الثاني بطول ١٤٤م لكل رصيف بالإضافة الى السلام التي تؤدي الى الدور العلوي (شكل ٦-٧).



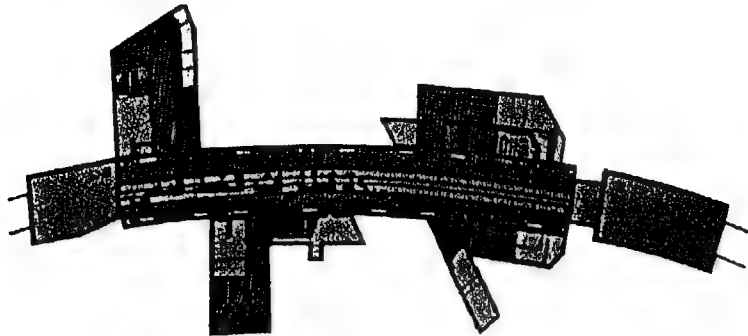
شكل (٦-٥)  
يوضح موقع محطة مبارك  
داخل ميدان رمسيس  
وتوزيع المداخل والمخارج



شكل (٦-٦)  
المسقط الأفقي للدور الأول  
تحت الأرض لمحطة مبارك  
ويُتضح فيه صالتي التذاكر  
على جانبي سكة قطارات  
الخط الأول وعناصر الاتصال  
الرأسية



المسقط الأفقي للدور التذاكر - الخط الأول



المسقط الأفقي للدور السفلي - الخط الثاني

- فراغات خدمية
- عناصر الاتصال الرأسى
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الجمهور
- ممرات تصل بين الفراغات الفنية
- مصاعد
- فراغات خاصة بتكييف الهواء

شكل ( ٦-٧ ) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لمخطة رمسيس - الخط الأول - الثاني



## ٦-٣-٢- محطة عرابي

تتكون المحطة من صالتي تذاكر على جانبي سكة القطار بمسطح خمسة آلاف ٢ م يربط بينهما ممر أعلى منسوب السكة وتجهز كل صالة بمكتب تذاكر بالإضافة الى بعض الغرف الخدمية البسيطة وخدمات العاملين ثم رصيفي انتظار القطارات بطول ١٩٧ م. تحتوي صالة التذاكر على ١١ مدخل من منسوب الشارع (شكل ٦-٨).

## ٦-٣-٣- محطة جمال عبد الناصر

تبلغ مساحة المحطة ٥٦٠٠ م<sup>٢</sup> تقريباً، بها ثمانية مداخل. تتكون من صالتي تذاكر على جانبي سكة القطار وأرصعة الانتظار. وتحتوي كل صالة تذاكر علي شباك بيع تذاكر والبعض القليل من الغرف الخدمية بالإضافة الى المداخل الموزعة على الشوارع المحيطة بالمحطة (شكل ٦-٩).

## ٦-٣-٥- محطة أنور السادات (التحرير)

تبلغ مساحة المحطة ١٣٧٠٠ م<sup>٢</sup> وهي محطة تبادلية كمحطة مبارك بين الخط الأول والثاني وتقع في أكبر ميدان في القاهرة. بالمحطة ١٩ مدخل موزعين في أنحاء الميدان يخدمون أوتوبيس النقل العام داخل إقليم القاهرة الكبرى وأوتوبيسات النقل بين المحافظات بالإضافة الى المواطنين المترددين على مجمع التحرير والوزارات والسفارات الواقعة في حدود المحطة. تتكون المحطة من طابقين الأول عبارة عن صالتي تذاكر على جانبي سكة قطار الخط الأول وتحتوي كل صالة تذاكر على مكتب تذاكر ومجموعي سلام ثابتة ومتحركة لتصل الى الدور السفلي (الخط الثاني) ويربط بين صالتي التذاكر ممر أعلى منسوب سكة قطار الخط الأول. أرصفة الخط الأول بطول ١٩٧ م تتصل بأرصعة الخط الثاني والتي يبلغ طولها ١٤٤ م في الاتجاه العمودي عن طريق مجموعتي سلام (شكل ٦-١٠).

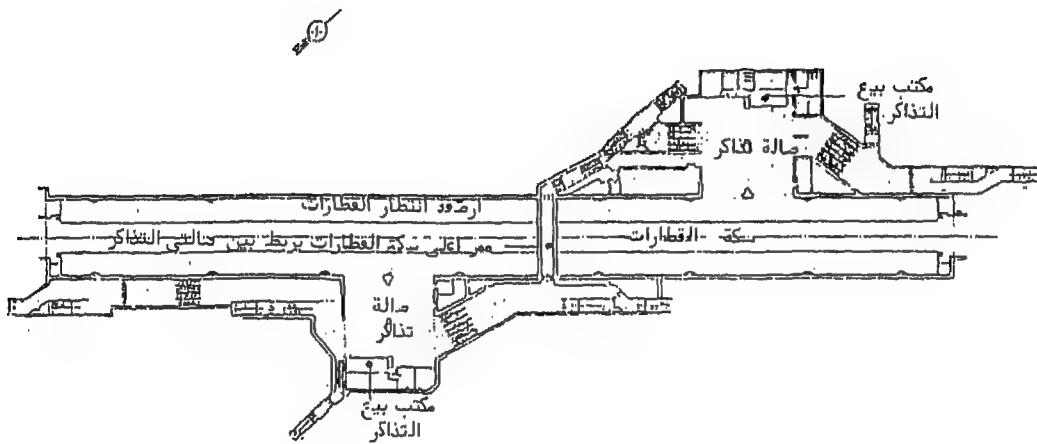
## ٦-٣-٥- محطة سعد زغلول

تبلغ مساحة المحطة ٥٢٠٠ م<sup>٢</sup> وبها سبعة مداخل. كباقي المحطات تتكون من صالتي تذاكر جانبيتين وعموديتين على اتجاه الأرصعة (شكل ٦-١١).

## ٦-٤- التصميم المعماري لمحطات الخط الثاني - (شبرا الخيمة-الجيزة) تحت الأرضية

المعماري: المهندسون الاستشاريون- ا. د. عز الدين فهمي وا. د. حسين عباس- المجموعة الاستشارية لخط المترو الثاني لمدينة القاهرة الكبرى (SOE/ ACE/ EHAF)  
يبلغ طول الخط ١٩ كم ويمتد من الشمال الى جنوب القاهرة. عدد المحطات: ١٨ محطة ويتم دراسة امتداد الخط الى ٢٠ محطة منها ١٢ محطة تحت أرضية

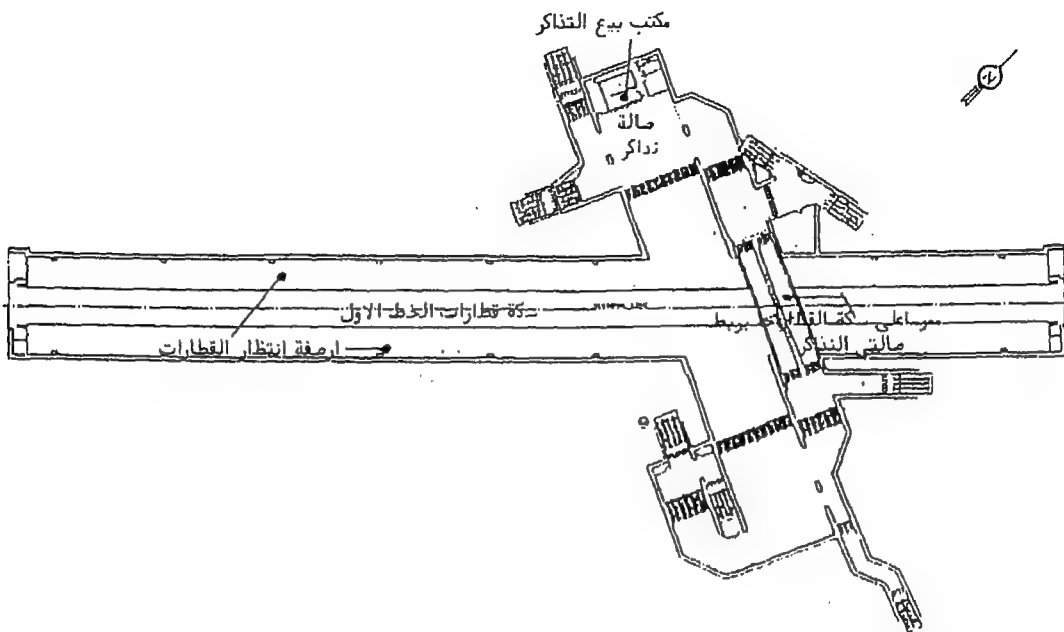
وقد تم تنفيذ المسار النفقي بأسلوب الحفر العميق مع تنفيذ بداية ونهاية النفق بأسلوب الحفر المكشوف. وقد أثر أسلوب الإنشاء في تشكيل المحطات تحت الأرضية حيث تم تصميم أول محطة في



شکل (۶-۱)

المسقط الأفقي لمحطة عرابي - الخط الأول - مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

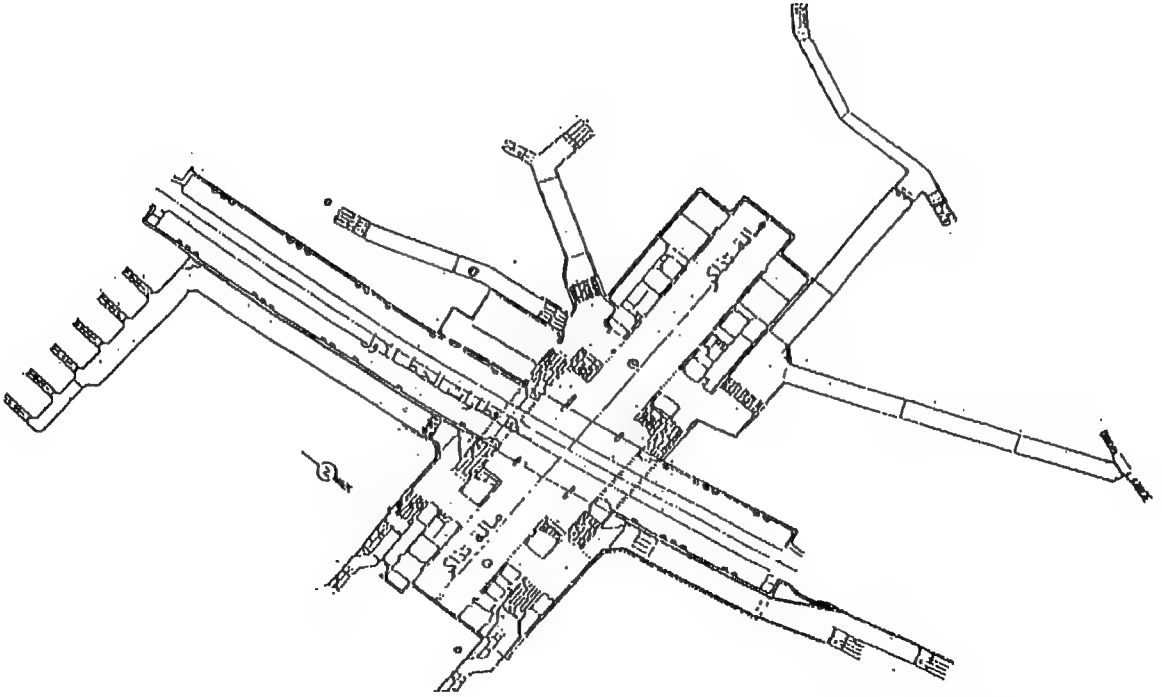
المصادر: الهيئة القومية للأنفاق



شکل (۶-۹)

المسقط الأفقي لمحطة جمال عبد الناصر - الخط الأول - مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

المصدر: الهيئة القومية للأنفاق



شكل (٦-١٠)

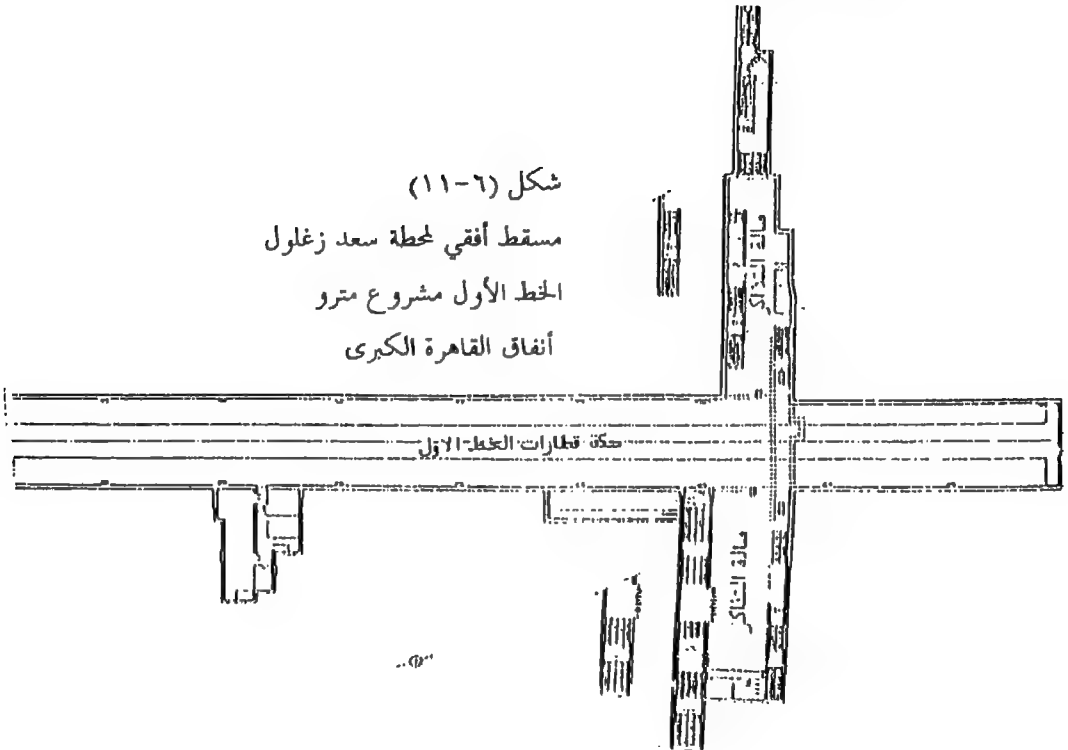
المسقط الأفقي لمحطة السادات-الخط الأول-مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

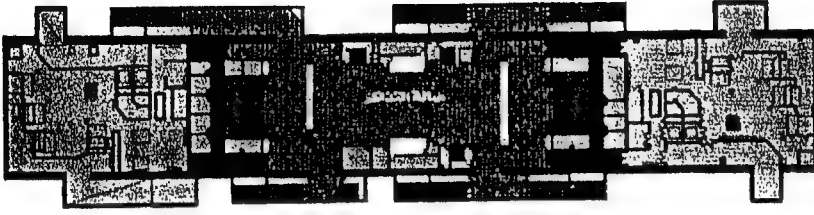
شكل (٦-١١)

مسقط أفقي لمحطة سعد زغلول

الخط الأول مشروع مترو

أنفاق القاهرة الكبرى











المسقط الأفقي لدور التذاكر



المسقط الأفقي لدور الغرف الفنية



المسقط الأفقي للرصيف

- فراغات فنية 
- عناصر الاتصال الرأسي للجمهور 
- فراغات عامة مستخدمة بواسطة الركاب 
- ممرات تصل بين الفراغات الفنية 
- مكتب التذاكر 
- فراغات خاصة بتكييف الهواء 

شكل (٦-١٢) يوضح تحليل الفراغات المعمارية لخطة الحلقاوي كمحطة نمطية للخطة الثاني

الاتجاه الشمالي (محطة المظلات) على طابقين تحت الأرض: الطابق الأول وبه صالة التذاكر وبعض الغرف الفنية والطابق الثاني وهو أرصفة انتظار القطارات (شكل ٦-١٢).  
ثم صممت المحطات التالية على ثلاثة طوابق. تتراوح مساحة الدور من ثلاث آلاف الى ٣,٥ ألف م<sup>٢</sup> نظراً لوجود منسوب سكة القطار في مستوى عميق بما يقارب ١٧ م أسفل منسوب الشارع. وكان ترتيب الطوابق من أعلى الى أسفل كما في (شكل ٦-١٣):

- ١- منسوب صالة التذاكر: على منسوب ٥,٥ م تقريباً أسفل منسوب الطريق وبه صالة واسعة تتوسط المسقط الأفقي تحتوي على شبكي بيع تذاكر وبعض المحلات التجارية لبيع الجرائد والمجلات والأدوات الكتابية وما شابه ذلك ثم يحتوي على صفي ماكينات التحكم في الدخول والخروج ثم مجموعتين من السلالم المتحركة والثابتة تنقل الراكب الى الطابق التالي. ويحتوي أيضاً منسوب صالة التذاكر بعض الغرف الخدمية الخاصة بعملية تكييف الهواء بحيث تصل هذه المنطقة بالهواء السطحي عن طريق فتحات صغيرة على سطح الأرض تساعد على تجديد هواء المحطة
- ٢- المنسوب المتوسط: يحتوي على مجموعتي سلالم متحركة وثابتة وفيه يحدد الراكب الاتجاه المناسب له ويتعرف على طول الرحلة عن طريق العلامات الإرشادية. أما باقي مسطح الدور فهو عبارة عن غرف خدمية تختص بعمليات التشغيل وصيانة المعدات الكهربائية وإضاءة المحطة وأجهزة الانذار والإذاعة الداخلية..... الخ داخل المحطة
- ٣- منسوب الأرضية: ويحتوي على رصيفي انتظار القطارات بطول ١٤٤ م يتوزع عليهما السلالم الثابتة والمتحركة بحيث يضمن توزيع الركاب بطول الرصيف وعدم تكديسهم في مكان واحد. ويعتمد عرض الرصيف على أحجام الركاب المنتظر إستخدامهم للمحطة حيث تم تقسيم المحطات في هذا الخط الى ثلاثة مستويات وسوف يتم تناول جزئية تحديد عروض الأرصفة في الباب التالي

وقد صممت عشر محطات (مظلات - الخلفاوي - سانت تريز - روض الفرج - مسرة - العتبة - محمد نجيب - الأوبرا - الدقي - البحوث ) بهذا الأسلوب (تصميم نمطي) لتشابه ظروف الموقع والإنشاء مع وجود بعض الاختلافات التي طرأت على محطتي العتبة ومحمد نجيب نظراً لظروف الموقع. أما محطتي مبارك والسادات فقد تم إنشائهم مسبقاً على أنهما محطتان تبادليتان مع الخط الأول كما سبق التعرض لهما سابقاً.

٦-٥- المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى  
تعددت المحددات التصميمية لمحطات الخط الأول والخط الثاني. فلقد أثر على التصميم النهائي  
كل من موقع المحطات، وحجم المحطات، ونوع القطار، وأسلوب الإنشاء،

#### ٦-٥-١- موقع لمحطات

تم اختيار أماكن المحطات بحيث تحقق أعلى كفاءة على أساس أن أطول مسافة سير  
٥٠٠ م<sup>(١)</sup> وما يزيد عن ذلك يقلل جاذبية المحطة للراكب ليصل سيراً على الأقدام الى المحطات بالإضافة  
الى بعض المعايير الأخرى<sup>(٢)</sup> مثل:

- سهولة اختراق المشاة للموقع (وضوح الموقع)
  - وجود المساحة الكافية لإقامة المشروع
  - التوافق مع متطلبات السكة التي تخدم المشروع (مسار-منسوب-..... الخ
  - تأثير وجود المحطة على الشوارع والمباني المحيطة
- وقد تم الاتفاق على إقامة المشروع تحت أرض "ملكية عامة" طرق عامة أو ميادين أو أرض  
مملوكة لجهاز تشغيل وصيانة المشروع، فكان يجب أن تكون  
الملكية العامة التي تعلو المحطة تتسع لوجود المحطة، بمدخلها وكل محتوياتها الفنية دون التداخل مع  
ملكيات خاصة. وقد أثرت هذه السياسة على شكل المسقط الأفقي لكثير من المحطات تحت الأرضية  
وهي الخمس محطات تحت الأرضية في الخط الأول مثلما أثرت على بعض محطات الخط الثاني  
وبالأخص "محطة محمد نجيب" حيث أثر ضيق شارع البستان على موقع وشكل المحطة النهائي حيث تم  
ترحيل المحطة الى ميدان أكثر سعة والوصول الى تصميم مختلف للمساقط الأفقية عن المحطة النمطية كما  
جاء في (جزئية ٥-٤-١)

#### ٦-٥-٢- أحجام المحطات

- وقد تم تحديد الأحجام المختلفة للمحطات حسب أحجام الركاب المنتظر استخدامهم  
للمحطات ويتم التنبؤ بأعداد الركاب عن طريق تحديد المؤثرات حول المحطات وهي:
- خطوط سكك حديدية التي تخدم منطقة المحطة، ونرى مثال لذلك محطة مبارك التي تقع بجوار  
محطة سكك حديد مصر.
  - خطوط الأنابيب أو المني باص التي تنتهي عند المحطة، ونرى مثال لذلك محطة مبارك  
والسادات والعتبة ١٠٠ الخ

(١) معيار تم تحديده استشاري دراسات النقل المصمم للخط الأول والثاني كما جاء في الدراسات الأولية:

Ministry of Transport, Greater Cairo Urban Metro - Description of the Project - M.Plans 1977  
Ministry of Transport, Greater Cairo Metro Urban Line 2, Updating of Studies, Contract 21/M - First

Report, Final Issue, Transport Planning - Civil Work. 1989

- تقاطع محاور مرورية هامة أو خطوط أوتوبيس هامة، نرى مثال لذلك في محطة مبارك- السادات-شبرا الخيمة-الدقي-جامعة القاهرة-ميدان الجيزة
- الكثافة السكانية بالإضافة الى حصر أعداد الرحلات الخاصة بالعمل، ونرى مثال لذلك في محطة الخلفاوي-(الخط الثاني) التي تتوسط شارع شبرا التي تتميز بالكثافة العالية في القاهرة الكبرى

وكلما اجتمع عدد أكثر من العوامل السابق ذكرها كلما زادت أعداد الركاب المنتظر استخدامهم للمحطات، وعليه يتحدد عروض الأرصفة التي تكون المساحة المطلوبة لانتظار تلك الأعداد المتوقعة من الركاب. وقد تم تقسيم المحطات الى ثلاث فئات يتم تدريجهم حسب احتياجات المحطات للفراغات الخدمية الخاصة بالتشغيل والفراغات العامة التي يشغلها الجمهور ومساحات الحركة الأفقية والرأسية وعروض الأرصفة.

#### ٦-٥-٣- نوع وطول القطار المستخدم

بينما تحدد عروض أرصفة انتظار القطارات بحساب أحجام الركاب كما ذكر أعلاه، فإن عدد عربات القطار وطولها يحددون طول هذه الأرصفة وهما يشكلان فراغ أرصفة انتظار القطارات

#### ٦-٥-٤- أسلوب الإنشاء

أسلوب الإنشاء هو من أهم المؤثرات على التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية ويتم اختيار أسلوب الإنشاء بناءً على جدول مفاضلة لاختيار أنسب أسلوب من حيث : ملاءمته لنوع التربة، الأقل تكلفة، الأسرع في التنفيذ، المتسبب في أقل المشاكل أثناء مراحل التنفيذ من تعطيل الطرق أو التأثير على المباني المحيطة بالمشروع أو التأثير على المرافق والمشاريع الأخرى. تؤثر أساليب الإنشاء على شكل القطاع الرأسي والمسقط الأفقي للمحطة، فقد إستُخدم في الخط الأول أسلوب الحفر المكشوف في تنفيذ الجزء النفقي فتتج عنه نفق غير عميق، وقد تم اختيار هذا الأسلوب لقصر طول المسار تحت الأرضي مع مقارنته بالتكلفة المتوقعة إذا تم تنفيذه بالطرق الأخرى. بينما تم تنفيذ نفق الخط الثاني بماكينة الحفر العميق وهو أنسب أسلوب لنوع التربة وشكل النفق الأسطواني كامل الاستدارة هو الشكل الأكثر اقتصادية نظراً لطول المسار النفقي بالإضافة الى مساره تحت أكثر الشوارع أهمية وأكثر الشرايين المرورية حرجاً مثل (شارع شبرا-شارع الجمهورية-شارع التحرير ١٠٠ الخ). فتتج عن هذا الأسلوب في إنشاء النفق أكثر عمقاً وبالتالي أرصفة انتظار

القطارات أكثر عمقاً كما أثر أسلوب التنفيذ لصندوق المحطة نفسها على شكل المسقط الأفقي حيث شكلت على هيئة مستطيل من الحوائط الخرسانية (أسلوب الحفر المكشوف) مما أملى على المصمم المعماري أن يوظف الفراغ داخل هذا الصندوق لتسكين كل الأنشطة الفنية.

#### ٦-٥-٥- معايير الأمن وأمان المنشأ ومستخدميه

يلتزم المصمم المعماري بكل معايير الأمان وخاصة للفراغات العامة (المستخدمة بواسطة الجمهور) تحت الأرض فيجب التعامل مع كل فراغات المحطة بهدف سرعة تفريغ تلك الفراغات والمحطة بأكملها في وقت قصير جداً (محدد سابقاً ضمن معايير التصميم) ذلك من خلال مخارج المحطة المحدودة. ويتم ترمية النفق وتكييف المحطات والمباني الملحقة عن طريق فراغات خاصة بالتهوية تصل المحطة بسطح الأرض (شكل ٦-١٢)

#### ٦-٥-٦- تقنية التشغيل والمتطلبات الفنية

تعدد تقنيات تشغيل هذا النوع من مشاريع السكك الحديدية على المستوى العالمي بحيث تختلف متطلبات الفراغات الخدمية اعتماداً على التقنية المستخدمة فتتشكل الفراغات الخدمية بناءً على المساحة والأحجام المطلوبة للقيام بالوظيفة الفنية والتشغيل العام للمشروع وهي غرف ماكينات ومعدات الإشارات والمحولات الكهربائية ومحطات الجهد العالي وفراغات معدة للصيانة السريعة للوحدات الكهربائية المستخدمة مثل السلاالم المتحركة والمصاعد ١٠٠٠ الخ

#### ٦-٦- تقييم محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى

يتم تقييم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى بمقارنته بما تم تناوله من المعايير التصميمية والمعالجات المعمارية للعناصر الفراغية المكونة للمحطات تحت الأرض كما جاء في الفصل الرابع وكما هو موضح في جدول (٦-١) بالإضافة الى مقارنته بما تم عرضه في الفصل الخامس من أمثلة عالمية كما هو موضح في جدول (٦-٢) و (٦-٣). وسوف نلخص عملية التقييم بالثلاثة عناصر الرئيسية المكونة للمحطة وهي المداخل - صالة التذاكر - أرصفة انتظار القطارات

#### ٦-٦-١ المداخل

#### ٦-٦-١-١- النمط التصميمي لمداخل المحطات

نظراً لطبيعة مدينة القاهرة الحضرية من كثافة بنائية وسكانية عالية وحيث أن المسار النفقي لخطي مترو أنفاق القاهرة الكبرى يمر في أكثر المناطق الحضرية تكديساً (شارع رمسيس - شارع شبرا - شارع الجمهورية - ميدان التحرير - شارع التحرير - شارع السودان..... الخ) اختار المصمم

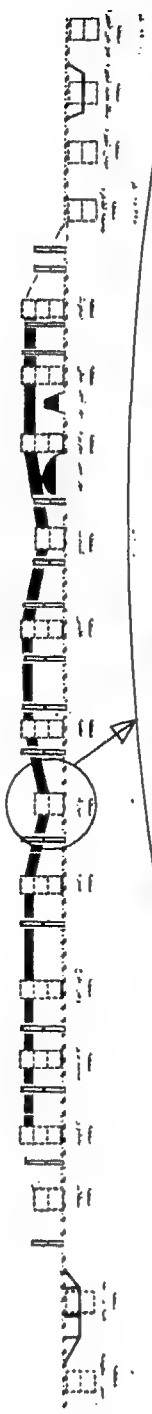


"الترول المباشر بسلام" كنمط التصميمي لمداخل المحطة مما أدى الى ممرات تعتبر طويلة نسبياً للوصول الى صالة التذاكر (أنظر جزئية ٤-٢-١-٢) مع وضع علامة مرئية تحمل رمز مصمم خاصة لهذا المشروع. يوضح شكل (٦-١٤) موقع محطة محمد نجيب حيث يظهر ضيق شارع البستان الذي تم تنفيذ جسم المحطة فيه ويظهر أيضاً الكتلة البنائية المدبجة حول مداخل المحطة وضيق أرصفة المشاة المتاحة في هذه المنطقة. ويوضح شكل (٦-١٢) موقع محطة مبارك في ميدان رمسيس أكثر ميادين القاهرة ازدحاماً وكثافة الحركة المرورية العالية.

وعلى الرغم مما سبق إلا أنه تعتبر محطات العتبة والأوبرا والمظلات من المحطات القليلة التي تمتعت فيها المحطات بموقع أوسع وأفضل من حيث حرية تصميم المدخل في مستوى الشارع فتعلو محطة العتبة ومحطة الأوبرا حدائق عامة شكل (٦-١٥) وكان من الممكن أن يستغل المصمم الموقع في تصميم مداخل متميزة عن طريق دمج البيئة السطحية (الحديقة) داخل فناء مفتوح يؤدي الى صالة التذاكر أو رفع مستوى المدخل وصالة التذاكر جزئياً مثلما صممت "محطة بروباتريا - مترو كراكاس - فترويللا"، أو خلق فراغ صالة لتذاكر بمثابة فناء مفتوح يدمج فيه المصمم سلاالم المداخل مع عناصر طبيعية مثل الأشجار ونوافير المياه وغيرها من الحلول المعمارية التي تحسن من البيئة تحت الأرضية وخاصة الفراغات المعمارية التي ييرتادها الركاب. كما يوجد متسع من المساحة في مستوى الشارع أعلى محطة المظلات حيث كان وقد اختار المصمم أن يكرر تصميم المدخل المباشر مع وضع بعض المباني الفنية المنفصلة (شكل ٦-١٦) في حين أنه كان من الممكن تصميم مدخل عن طريق مبنى سطحي واحد ذو تصميم معماري جذاب يحتوي داخله كل المباني الفنية وسلاالم الدخول الى المحطة والمصاعد.... الخ كما جاء في جزئية (٤-٢)



شغل (١-٢)  
موترج (الى الاسفل) قطاع تحطيم  
للخط الثانى وطرق انشاء النفق  
(الى اعلى) موقع محطة مبارك



المرحلة الرابعة ٣ كم

المرحلة الثالثة ٥ كم

المرحلة الثانية ٣ كم

المرحلة الأولى ٨ كم

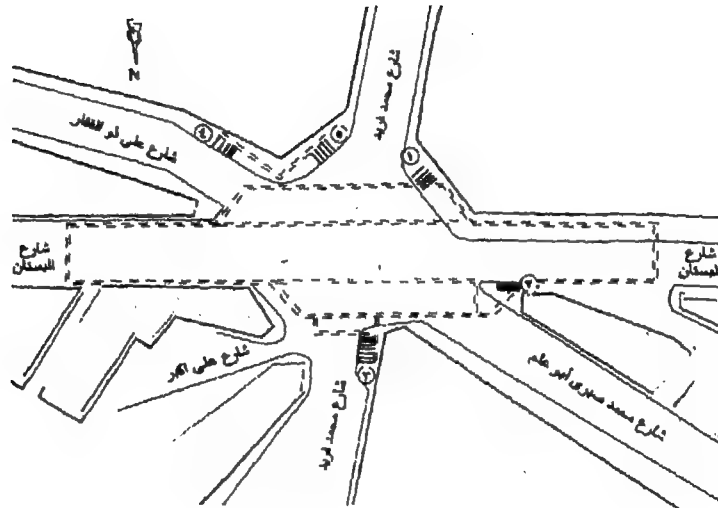
### قطاع طولى لمسار الخط الثانى المترو

محطة القطار

محطة القطار

محطة القطار

محطة القطار

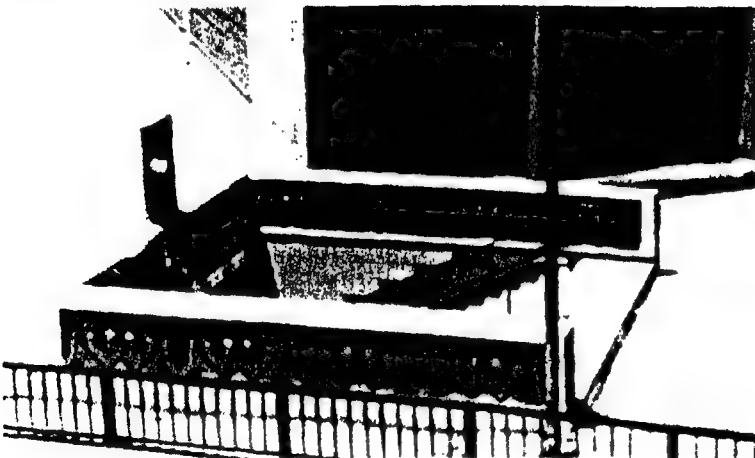
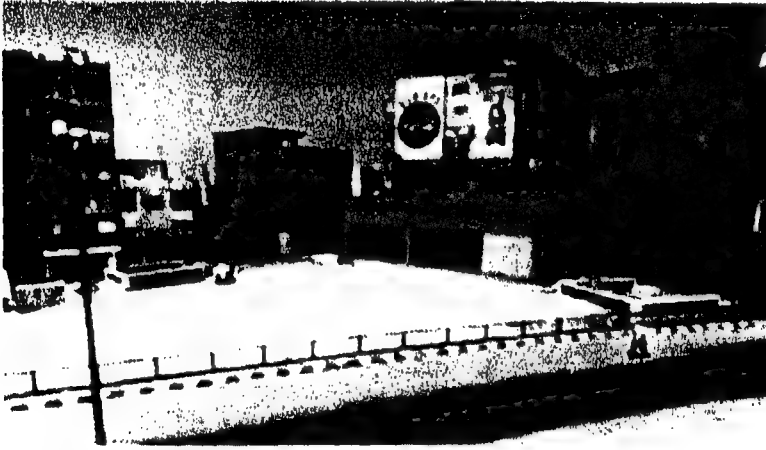


شكل (٦-١٤) يوضح ضيق الموقع المتاح لمحطة محمد نجيب و كثافة  
المحطة البنائية حول المداخل



شكل (٦-١٥) يوضح موقع محطة العتبة أسفل حديقة الأريكة

شكل (١١-٦) يوضح عدة لقطات لاحد مداخل محطة المظلات حيث يوضح موقع المدخل بمساحة اوسع من غيره من مداخل المحطات الاخرى



جدول (٦-١) مقارنة بين مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى -الخط الأول والخط الثاني- والمشروعات الأجنبية المعروضة في هذا البحث ويوضح أوجه الإ

ق في كل عنصر من العناصر التصميمية للمحطات

المشروعات المعروضة	مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس - محطة ميجال أنطونيو	مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملبورن - محطة المتحف	مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق الاميدا	مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية	مشروع محطة روتردام بلاك هولندا	مشروع محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي -فرنسا	اق بيلباو
عناصر المقارنة	مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس - محطة ميجال أنطونيو	مشروع خطوط السكك الحديدية تحت الأرض بملبورن - محطة المتحف	مشروع كوبري ومحطة مترو أنفاق الاميدا	مشروع محطة ترام ستراسبورج تحت الأرضية	مشروع محطة روتردام بلاك هولندا	مشروع محطة مترو أنفاق فينيسيو باريللي -فرنسا	اق بيلباو
المدخل:							
النمط التصميمي	سلا لم مباشر	متضمنة داخل مبنى سطحي	سلا لم مباشرة مغطاة مظلة خفيفة	سلا لم تحت منشأ معدني مفتوح	سلا لم مباشر	مدججة داخل مبنى خفيف	نوها
ينقل من مسوب الطريق إلى	صالة انتظار	صالة انتظار	صالة انتظار	ميزانين يطل على فناء شبه مفتوح	صالة انتظار	أرصعة انتظار القطارات	
موقعها في مسوب الشارع	مبنى أرصفة انتظار	مبنى أرصفة انتظار	داخل ساحة مفتوحة	في ساحة مفتوحة أمام مبنى ذو أهمية تاريخية	في ميدان فسيح مخصص للمشاة	المبنى السطحي داخل ساحة مفتوحة	
صالة التذاكر أو ما يماثلها:							
موقعها	مبنى أرصفة انتظار	مبنى أرصفة انتظار	مستوى متوسط (ميزانين)	مستوى متوسط	مستوى متوسط	في المستوى السطحي	(ميزانين)
وسمها	مبنى أرصفة انتظار	مبنى أرصفة انتظار	مستوى متوسط على أضراس	مستوى متوسط	مستوى متوسط	مستوى سطح الأرض حول فراغ متوسط تعمر من خلاله الإضاءة الطبيعية إلى منسوب الأرصفة	(كوبريين
تتميز بها	سلا لم المدخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج	سلا لم المدخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج	سلا لم المدخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج	سلا لم المدخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج	سلا لم المدخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج	سلا لم المدخل - مكتب بيع التذاكر - ماكينات التحكم في الدخول والخروج	مقاعد - كر
أرصعة انتظار القطارات	مناطق فنية - فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	مناطق فنية - فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	مناطق فنية - فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	مناطق فنية - فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	مناطق فنية - فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	مناطق فنية - فراغ متوسط يطل على أرصفة انتظار القطارات	
بوعها وأبعادها	رصيف مركزي بعرض ٧ وطول ١٢٦ متر تقريباً (طول القطار)	رصيف مركزي بعرض ٧ وطول ١٢٦ متر تقريباً (طول القطار)	رصيفين جانبيين بعرض ٤ متر ورصيف مركزي بعرض ٧ تقريباً والأرصفة بطول ٦٣ (طول القطار)	رصيفين جانبيين بعرض ٤ متر ورصيف مركزي بعرض ٧ تقريباً والأرصفة بطول ٦٣ (طول القطار)	رصيفين مركزيين كل عرض ٨ متر ويطول حوالي ١١٨ متر	رصيفين جانبيين	



جدول (٦-٧) مقارنة بين مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى - الخط الأول والخط الثانى - والمشروعات الأجنبية المعروضة فى هذا البحث بوضع العناصر الأساسية المكونة للفراغ والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجة الفراغات الرئيسية

[illegible]

شكل (٦-٣) مقارنة بين نسبة مساحة كل عنصر من العناصر المعمارية المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمتلة العالية ومشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى (مشروع محلي)

العناصر المكونة للمحطة						المشروع
نقطة أخرى	لرصفة انتظار قطارات	فراغات قفية سكة حديد	فراغات قفية انتظار القطارات	صالة الانتظار	مدخل	
-----	%٢٤,٩	%١,٦	%٢٠,٨	%١٨,٨	%٨٨,٥	مترو كراكس غنزويلا محطة ميجال أنطونيو
إطري ٨,١	%٣٠,٨	-----	%٠,٧	%٣٦,٩	%٤,٨	مترو مليون-لستر ليا محطة لتفت
-----	%١٨,٥	-----	%١٤,٦	%٣٦,٦	%٤,٨	محطة مترو الأمداد الكافور نيا لوطا ليات المتحدة الأمريكية
%٢٣,٩ حراج	%٧,١	%٠,٥	%١٢,٥	%٢٠,٢	%١,٧	محطة ستر لسبورج
-----	%٣٢,٩	%٢,١	%٥,٢	%٢٥,٤	%٥٧,٧	محطة روتردام بلاكسوفاندا
لا توجد معلومات متوفرة (مساقط أفقية) لاستيعاب قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة						المحطة النمطية
لا توجد معلومات متوفرة (مساقط أفقية) لاستيعاب قيم نسب العناصر المختلفة المكونة للمحطة						محطة فينيسيو باريلي لليون جارس
١١,٤	٢٤,١	٠,٨	٢٦,٨	١٠,٨	٢٧,٦	٦,٥
-----	٢,٦٣	٠,٩٦	٦,٧٤	٧,٩١	٨,٧٢	١,٦٧
مهل	%١٢,٩	-----	%٢٤,٨	%٩,٧	%٣٢,٣	%٢٠,٢
-----	%٢٥,٩	%٥,١	%٣٩,٤	%٧,٧	%١٣,٣	%٨,٦
-----	%٩	%٤,٥	%١٨,١	%٤,٥	%٢٤,١	%٢,٩
-----	%١٠,٢	%٥	%	%٣٦,٩	%٢٧,٥	%٤,١
-----	١٠,٤٢	٢,٧٧	٢٤,٦٥	٢٣,٧	٢٤,٣	٩,٢٣
-----	٩,٦٧	٢,١	١,٥٢	٩,١٢	٢,٣٣	١,٧٩
المتوسط						المتوسط
الاحتراف المعياري						الاحتراف المعياري
محطة مبارك (محطة تبادلية)						محطة مبارك (محطة تبادلية)
محطة سعد ز غول (الخط الأول)						محطة سعد ز غول (الخط الأول)
محطة الخانواي (محطة نمطية من الخط الثاني)						محطة الخانواي (محطة نمطية من الخط الثاني)
محطة محمد نجيب (الخط الثاني)						محطة محمد نجيب (الخط الثاني)
الاحتراف المعياري لمتوسطات المشاريع العالمية والمشروع المحلي						الاحتراف المعياري لمتوسطات المشاريع العالمية والمشروع المحلي

زادت قيمة نسبة مساحة المداخل بالنسبة للمساحة الكلية لمحطة رمسيس عن متوسط نسبة مساحة المداخل للأمتلة العالية أو بمقارنتها بالمحطات الثلاثة في الخط الأول والثاني وقد يرجع السبب إلى أن ظروف الموقع أملت على المصمم أن يعد طرقات طويلة تصل بين السلام الموزعة في جميع أجزاء ميلان رمسيس وجسم المحطة وقد أثرت قيمة نسبة المداخل لمحطة رمسيس العالية على زيادة متوسط نسبة مساحة المداخل غطاء مترو أنفاق القاهرة الكبرى (٩,٢٣%) لذا كان من المخطط استيعاد قيمة محطة رمسيس وحساب متوسط نسبة مساحة المداخل من قيم الثلاث محطات الأخرى الذي أعطى (٥,٥٣%) وهي قيمة قريبة من متوسط نسبة مساحة المداخل المستبقة من الأمتلة العالية.



٦-٦-٢-٣ لا توجد معايير تصميمية خاصة بالمسطحات اللازمة للفراغات الخاصة بغرفة السناظر - الأمن... الخ ولم تتفق المشاريع المعروضة في هذا البحث ولا غيرها في تعيين محدد تصميمي عند تناول هذه الفراغات ولكنها تعتمد بالأكثر على أسلوب تشغيل المشروع نفسه (القطارات - زمن التقاطر - زمن الرحلة - نوع الرحلة - تقنية مراقبة ومتابعة التشغيل - التحكم في حركة الركاب داخل المحطة..... الخ)

#### ٦-٦-٢-٤ خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج

قد اشتركت المشروعات المعروضة في الفصل الخامس في وضع ماكينات التحكم في الدخول والخروج في منسوب مختلف عن منسوب أرصفة انتظار القطارات [وهو منسوب متوسط بين منسوب الشارع ومنسوب أرصفة الانتظار] كما هو واضح في الأشكال ١-٥، ١١-٥، ١٥-٥ وهو الحل الأنسب لمكان "خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج" وذلك كما جاء في الفقرة ٢-٢-٤ وهو ما اتبعه مصمم الخط الثاني حيث كانت الماكينات في منسوب صالة التذاكر بينما كانت الماكينات في الخط الأول في صالة التذاكر وهي نفس منسوب الأرصفة وهو ما أملاه ظروف موقع المحطة ومنسوب السكك الحديدية

#### ٦-٦-٢-٥ المعالجات المعمارية

لم يستخدم المصمم أيًا من المعالجات المعمارية المعروضة (في الفصل الرابع) المتعلقة بتشكيل الفراغ مثل استخدام الفناء السماوي المفتوح واستخدام النوافذ المفتوحة لدخول أو تصميم مناطق ذات شخصية مميزة أو تشكيل الفراغ بحيث يتمتع بشيء من التعقيد وتوظيف الإضاءة الطبيعية داخل الفراغ، وهذا أدى إلى تشابه التصميم الفراغي لكل المحطات ماعدا بعض الاختلافات الطفيفة وهذا ما ظهر واضحاً في محطات الخط الثاني مما يؤدي بدوره إلى زيادة إحساس الركاب بفقدان التوجيه. اكتفى المصمم باستخدام عناصر اللون والخط والشكل النمطي واللوحات الإرشادية في تصميم وتمييز الفراغات المكونة للمحطة. وكما ذكر قبلاً أن استخدام العناصر والأشكال النمطية والزخرفية والملمس ثم الألوان خافضاً في تمييز المكان في عقول الركاب وسرعة التعرف الراكب على المحطة التي يريد أن يترك فيها القطار، وتحت هذا الدور الرئيسي تم تصميم الخط الأول والثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى من خلال فلسفتين مختلفتين.

فقد تم تصميم العناصر الفنية والزخرفية للمحطات تحت الأرضية في الخط الأول<sup>(١)</sup> كوحدة واحدة عن طريق توحيد مواد التشطيب وألوانها وهي السيراميك باللون العاجي مع استخدام الوحدات الزخرفية

(١) ذكرت فلسفة اختيار وتصميم الأعمال الخدمية بالخط الأول في تقرير قدمه استشاري الفنية القومية للأعماق تحت عنوان:

## ٢-١-٦-٦-٢- مساحة المداخل

يوضح جدول ٦-٣ نسبة مساحة كل عنصر من العناصر الفراغية المكونة للمحطة فكان متوسط قيمة "نسبة مساحة المداخل الى المساحة الكلية للمحطة ٦,٥ % للأمثلة الأجنبية بينما تباينت قيم نسبة مساحة المداخل في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى حيث كانت في محطة رمسيس ٢٠,٣ % ومحطة سعد زغلول ٨,٦ % ومحطة الخلفاوي كمحطة غمطية للخط الثاني ٣,٩ % ومحطة عابدين ٤,١ % بمتوسط ٩,٢ % . لذا فقد استبعدت قيمة نسبة المداخل في محطة رمسيس لبعدها عن ناتج متوسط مساحة المداخل في الأمثلة الأجنبية أو المثال المحلي (الخط الأول والثاني) نظراً لظروف موقعها فكان متوسط القيمة ٥,٥ % وهي قريبة من القيمة الأجنبية.

## ٢-١-٦-٦-٢- صالة التذاكر

'١-٢-٦-٦-٢ تم تصميم صالة التذاكر في الخط الأول في جزئين منفصلين يربط بينهما ممرات تمر أسفل أو أعلى السكك الحديدية للقطارات (أنظر جزئية ٦-٣)، واقتصرت صالة التذاكر على شباك بيع التذاكر - غرفة ناظر المحطة وبعض الغرف الخدمية الضرورية جداً، ثم في نهاية الصالة خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج. خلت صالة التذاكر من مناطق تجارية أو كافيتريات لخدمة أغراض الركاب أثناء قيامهم برحلاتهم ألا مساحات صغيرة نسبياً لبيع الصحف اليومية في أكبر محطتين وهما مبارك والسادات على الرغم من وجود إمكانية لإضافة هذا الجزء التجاري في معظم صالات التذاكر بالمحطات تحت الأرضية الخمسة.

٢-٢-٦-٦-٢ صممت صالة التذاكر في الخط الثاني على أن تحتل أكثر من نصف مسطح الدور الأول أسفل منسوب الشارع (قد يصل الى ثلثي المسطح) واقتصرت أيضاً صالة التذاكر على مكاتب بيع التذاكر - غرفة ناظر المحطة - بعض الغرف الخدمية (شكل ٦-١٣) وسلام للانتقال الى المستوى الثاني ثم الى أرصفة انتظار القطارات. ويعتبر المستوى الثاني كمستوى انتقالي يحدد فيه الركاب اتجاهه والى أي رصيف يتجه. لذا سوف تضاف مسطحات الحركة في هذا المستوى الى مسطحات الحركة في صالة التذاكر على أنه امتداد طبيعي لرحلة الركاب منذ دخوله صالة التذاكر حتى وصوله لأرصفة انتظار القطارات.

وعلى الرغم من تخصيص مسطحات أكبر مما في الخط الأول للنشاط التجاري (اقتصرت على مكاتب لبيع الصحف والأدوات الكتابية) إلا أن المكان المخصص لم يكن مدروساً بحيث يلقى إقبالاً من المستأجرين لذا لم تستغل هذه المساحات (التي تعتبر صغيرة بالمقارنة مع مسطح صالة التذاكر) حتى الآن. لم يتجه نظر ماللك المشروع الى استخدام المسطحات الزائدة في صالات التذاكر في أن تدر عائد مادي سنوي نظير تأجير تلك المسطحات لأغراض تجارية

كأعمال جدارية والاحتفاظ بتفرد كل محطة على حدة . وقد قام المصمم بالتعبير عن وظيفة المحطات والروح السائدة وهي الحركة والديناميكية سواء للقطارات أو الركاب ثم تمييز المناطق الرئيسية عن طريق التنوع في إيقاع استخدام الوحدات الزخرفية المميزة للمحطة، حيث أكد المصمم على اختلاف العناصر الرئيسية الثلاثة المكونة للمحطة وهي المدخل والتي تعتبر صورة المحطة فوق سطح الأرض وعليه يجب أن تعكس ما بداخل المحطة. بالإضافة الى كونها علامات مميزة (Land Mark) للمشاة على سطح الأرض، ثم الممرات وهي عنصر النقل ما بين سطح الأرض وقلب المشروع ( صالة التذاكر) والتي تتمتع بنسبة الطول : العرض غير مألوفة لذا قد يشعر الراكب أثناء الحركة فيها بالملل أو الخوف نظراً لطولها وعدم رؤية الهدف في النهاية نظراً لتعرجها بناءً على ظروف الموقع (كما هو الحال في

محطات السادات ومبارك) لذا جاءت الأعمال الفنية الجدارية توحى بالحركة الديناميكية وتعتمد على إيقاع يزيد كلما اقترب الراكب من الهدف فيتفاعل الراكب مع المكان ويتخلى عن شعوره بالخوف أو الضيق. أما في صالة التذاكر فتم تمييز العنصر الأكثر أهمية للراكب وهو شباك بيع التذاكر عن طريق تمييز لونه. ثم أرصفة انتظار القطارات وهي بأبعاد ٢٠٠ م طول و ١٧-١٩ م عرض و ٦ م ارتفاع تعد بمثابة نقطة اتصال بين الراكب وهدفه سواء كان هدفه هو ركوب القطار أو النزول من القطار الى موقع محدد فوق سطح الأرض (الهدف الأساسي للرحلة) أي أن الأرصفة بالنسبة لراكب القطار هي أداة التنبيه الأساسية التي تعلن أن هذه هي المحطة التي يريد أن يترك فيها القطار وذلك عن طريق تمييز التصميم النمطي والزخرفي للحوائط بالإضافة الى العلامات الإرشادية. لكل عنصر مما سبق مقياس خاص به ووظيفة توحى بروح المكان سواء الحركة (الديناميكية) أو السكون (الاستاتيكية) لذا اختلفت معالجة كل عنصر على حدة من حيث شكل العمل الزخرفي الجداري من حيث إيقاع تكراره أو مقدار التفاصيل المطلوبة به . وقد اختار المصمم لكل محطة من الخمس محطات تحت الأرضية الشكل الزخرفي مستوحى من المنطقة المحيطة أو من اسم المحطة مع تمييز اللون. فعلى سبيل المثال اختار المصمم لمحطة مبارك النجمة الإسلامية مع اختيار اللون الأزرق نظراً لوجودها بجوار محطة سكك حديد مصر (شكل ٦-١٧) التي تعتمد على النجمة الإسلامية في زخارفها بالإضافة الى استخدام اللون الأزرق في واجهاتها، أما محطة السادات وهي المحطة الأكثر تمييزاً عن باقي الأربع محطات الأخرى فقد أعطاها المصمم أهمية خاصة نظراً لموقعها بجوار أكبر متحف في مصر وهو متحف الفن المصري القديم. استغل المصمم المحطة لعرض بعض القطع النحتية المقلدة لقطع أصلية تعرض في المتحف، وقد استخدم في التشطيب حجر الرخام الطبيعي بخلاف باقي المحطات التي استخدم فيها السيراميك ولكن تقريباً نفس اللون السائد بالإضافة إلى تجريد لبعض الصور لشخصيات مصرية قديمة مثل نفررتي ورأس أبو الهول

الجنوبي كما في شكل (٦-١٩) تم إخفاء مواسير توزيع الهواء خلفها وحافظ المصمم على إيقاع توزيع هذا الحائط البارز قليلاً بطول الرصيف.

ويوضح شكل (٦-٢٠) استخدام الوحدات الزخرفية النمطية في معالجة الحوائط بطول أرصفة انتظار القطارات في محطتي عرابي وسعد زغلول.

أما في محطات الخط الثاني<sup>(١)</sup> فقد اختار المصمم أن يحقق الوحدة في محطات الخط ككل عن طريق استخدام لون ثابت لحوائط الأرصفة في كل منطقة فاستخدم اللون الأزرق الفاتح للجزء الشمالى من الخط (شبرا الخيمة - رمسيس) واللون الأصفر الفاتح للجزء الجنوبي (الأوبرا - ضواحي الجزيرة) واللون الأخضر (مزج الأزرق مع الأصفر) في المنطقة الوسطى (محطة مبارك - أنور السادات)، يتخلل هذه الألوان

شريط بارتفاع ٦٠ سم بلون آخر فاستخدم اللون الأصفر للمنطقة الشمالية (شبرا الخيمة - أنور السادات) واللون الأزرق للمنطقة الجنوبية أي معكوس الألوان المستخدمة في الحوائط، وقد تم اختيار الألوان بناءً على دلالات خاصة بالمنطقة التي يمر بها الخط وتتخلل الحوائط لوحات جدارية مسطحة عبارة عن أشكال تجريدية (تصميم مختلف لكل محطة) تدل على تاريخ المنطقة المحيطة بالمحطة وذلك في صالة التذاكر والأرصفة والسلالم المؤدية لصالة التذاكر، وبذلك تتميز كل محطة لراكب القطار أثناء المرور عليها، مع توحيد التفاصيل الأخرى مثل المقاعد - وحدات الإضاءة - شكل واجهة شباك التذاكر ..... الخ واختيار لون ثابت للعناصر السابقة لكل محطة وهذا اللون الثابت يكون نابع من العمل الجداري الخاص بالمحطة فعلى سبيل المثال في محطة الخلفاوى اللون المميز هو الأحمر (لون المقاعد - وحدات الإضاءة - شبايك التذاكر ..... الخ).

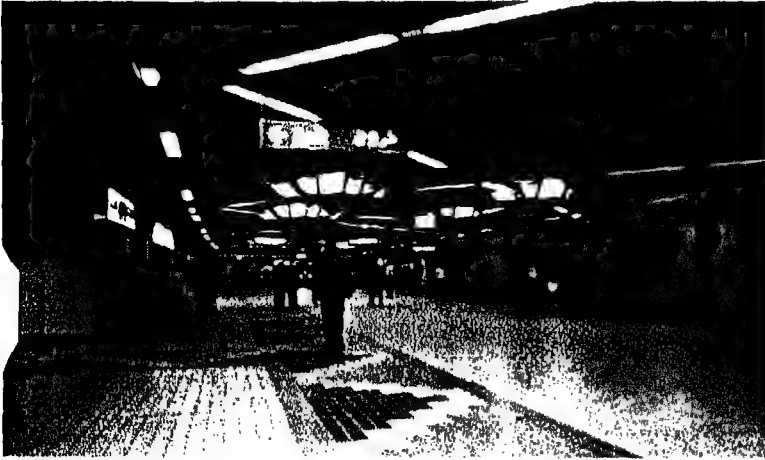
#### ٦-٢-٦-٦ مقاييس فراغ صالة التذاكر

لم يعتمد الاستشاري المصمم للخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى على مقياس محدد في تصميمه لفراغ صالة التذاكر ولكن كان المحدد التصميمي في المحطات تحت الأرضية هو أسلوب إنشاء صندوق المحطة تحت الأرض بالإضافة الى ظروف الموقع أعلى المحطة (ظروف الشارع المار به المحطة وظروف توقيع المداخل والمخارج في الشارع) كما جاء في جزئية ٦-٥-١ وهذا انعكس بالسلب على عملية التصميم المعماري. وبالأخص في محطات الخط الثاني (شكل ٦-١٣) سواء في منسوب صالة التذاكر أو المنسوب التالي (المتوسط) حيث تولدت مساحة كبيرة. فكانت نسبة الغرف الخدمية في صالة التذاكر

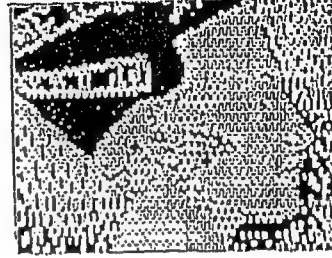
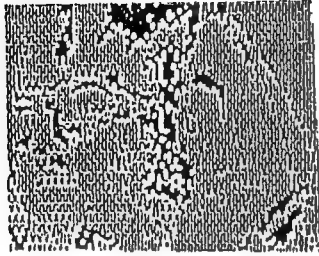
(١) أبو المجد، محمد محمود، عمارة المحطات الفنية بشبكات مترو الأنفاق - حالة دراسية - مترو أنفاق القاهرة الكبرى. في مجلة بحوث العمارة والتخطيط قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة - جامعة الأزهر ١٩٩٨



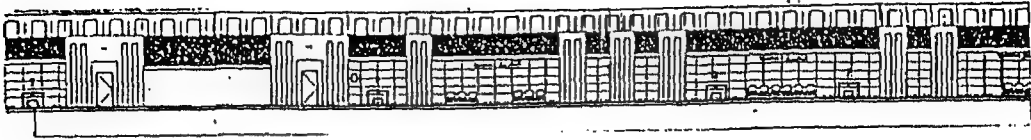
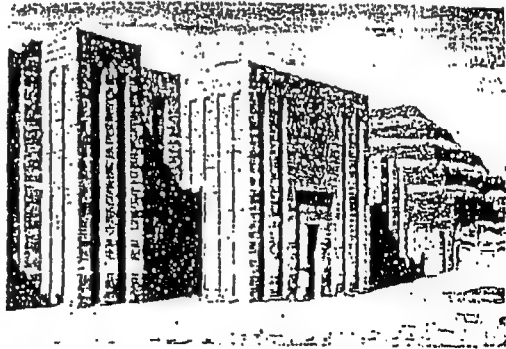
شكل (٦-٧)  
(أ) يوضح جزء من واجهات  
محطة مصر المجاورة  
لمحطة مبارك تحت  
الأرضية



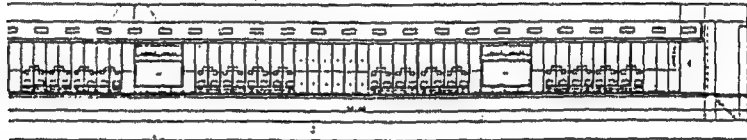
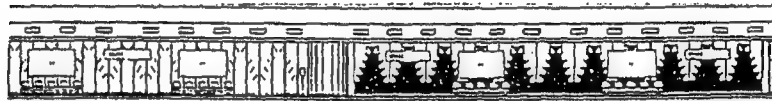
(ب) يوضح الشكل  
النمطى الزخرفى  
الزخارف الموجودة فى  
فى تصميم واجهات  
المستفدم فى الاعمال  
الجدارية لمحطة مبارك  
والمستوى من محطة  
مصر



شكل (٦-١٨) يوضح صور لرأس نفرتيتي وأبي الهول المنفذين بالسيراميك مقاس ٣ X ٩ سم  
المصدر: الهيئة القومية للأغفاق



شكل (٦-١٩) يوضح التصميم الجداري لأرصفة انتظار القطارات لمحطة السادات المستوحاة  
من أعمال جدارية فرعونية (حائط سقارة)  
المصدر: الهيئة القومية للأغفاق



شكل (٦-٢٠) يوضح استخدام الوحدات الزخرفية النمطية في معالجة الحوائط بطول أرصفة  
انتظار القطارات لمحطتي عرابي وسعد زغلول  
المصدر: الهيئة القومية للأغفاق

٧٠,٧% لمحطة سعد زغلول أو ٩٠,٧% لمحطة مبارك من المساحة الكلية للمحطة. وكانت نسبة مساحة مسطحات حركة الركاب ٣٢,٣% في محطة رمسيس و ١٣,٣% من المساحة الكلية في محطة سعد زغلول. أما في الخط الثاني كانت نسبة مسطحات الحركة في صالة التذاكر

بالإضافة الى المستوى المتوسط ٢٤% و ٢٧,٥% في المحطة النمطية ومحطة محمد نجيب بالترتيب وكانت نسبة مسطحات الفراغات الفنية ٥٠,٥% و ٣٦,٩% في كلا المحطتين وبمقارنة القيم السابق ذكرها بمتوسط نسبة مسطحات الحركة للأمثلة العالمية (٢٧,٦%) نجد أن القيم متقاربة الى حد كبير ولكن بمقارنة نسبة مسطحات الغرف الخدمية نجد تباين واضح في محطات الخط الثاني مما يعطي مؤشر لوجود مساحات زائدة ناتجة عن الالتزام بشكل المسقط الأفقي (مستطيل طوله هو طول القطار وعرض أرصفة انتظار القطارات بالإضافة الى عرض السكك الحديدية) بعمق المحطة الكاملة.

#### ٦-٦-٣- أرصفة انتظار القطارات

##### ٦-٦-٣-١- طول الرصيف

يرتبط طول الرصيف بطول القطار المستخدم في المشروع ،و يجب أن يكون طول الرصيف<sup>(١)</sup> أطول من طول القطار بمقدار ١٢ متر كما جاء في British Railway Platform Construction Guide ولكن ما تم احتسابه في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى هو طول القطار مضافاً اليه ٢٠ متر في حالة الخط الأول و ٦ أمتار في حالة الخط الثاني غير معتمداً على معايير محددة

##### ٦-٦-٣-٢- عرض الرصيف

كما جاء في نفس المرجع السابق: عادة ما يحتسب ١ متر مربع لكل فرد في منطقة الانتظار أما في حالة مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى فقد حسب الاستشاري المصمم عروض الأرصفة على أساس حسابي آخر وهو:

- تحديد عدد الركاب المنتظر استخدامهم للمحطة (داخليين وخارجيين)
- ثم تقسيم المحطات الى ثلاث فئات حسب عدد الركاب المنتظر دخولهم وخروجهم من المحطات
- احتساب عرض الرصيف على أساس أنه يتكون من عدة شرائح طولية (بطول الرصيف) مثل:
  - \* شريحة مخصصة للأجهزة والمعدات الثابتة والكراسي وغيرها تقدر بـ ٨٠ سم بطول الرصيف
  - \* شريحة أمان على حدود حاقة الرصيف = ٥٠ سم بطول الرصيف
  - \* شريحة انتظار يحتلها ثلثي عدد الركاب الداخليين المحطة خلال دقيقتين ونصف وهو زمن التقاطر (على افتراض أن ثلثي الركاب الداخليين المحطة يتجهون الى رصيف واحد) بمعدل ٢/١ متر مربع لكل راكب أي:

(1) Edwards, B. *Perspectives on Stations Architecture In The modern Station. New Approaches to Railway Architecture*, E&FN Spon. London UK P.98, 1997

عدد الركاب المنتظرين خلال فترة "زمن التقاطر" ( مابين وصول قطارين متتابعين)/طول الرصيف مستقطع منه مسافة أمام أبواب القطار (حيث يكون من المتوقع عدم انتظار الركاب أمام أبواب القطار/٥,٠ متر لكل راكب

• شريحة الحركة للركاب النازلين من القطار الواصل توه الى الرصيف في طريقهم للخروج بمعدل ١٠٠ شخص / متر من عرض الممر أو الشريحة مع الأخذ في الاعتبار عدد المخارج من الرصيف الى الفراغ التالي بحيث يكون:

عدد الركاب النازلين من القطار /عدد المداخل/١٠٠

وقد تم ترجمة هذا الأسلوب في الحساب الى ثلاث فئات من المحطات:

الفئة الأولى: يدخلها ويخرج منها ما يزيد عن ٣٠ ألف راكب/ساعة أي ٦٠٠ راكب /قطار/اتجاه وهي ما تحتاج الى رصيفين كل بعرض ٥ متر

الفئة الثانية: يدخلها ويخرج منها ٣٠-١٥ ألف راكب/ساعة أي ما يعادل ٤٠٠ راكب/قطار/اتجاه وهي ما تحتاج الى رصيفين كل بعرض ٤ متر

الفئة الثالثة: يدخلها ويخرج منها أقل من ١٥ آلاف راكب/ساعة أي ٢٠٠ راكب/قطار/اتجاه وتحتاج الى رصيفين كل بعرض ٣ متر وهو الحد الأدنى لعروض الأرصفة.

وهذا يقارب المعايير التي تم الاعتماد عليها في مشروع مترو أنفاق مترو ملبورن-أستراليا حيث كان عرض الرصيف ٣,٥ متر لكل اتجاه كما تم تناوّلها في جزئية (٤-٢) ومشروع محطة الأملد حيث تحتوي على رصيفين جانبيين بعرض ٤ متر ورصيف مركزي يخدم اتجاهين بعرض ٧,٥ متر

وبالرجوع لجدول (٦-٣) تم تحليل فراغ تحليل فراغ أرصفة انتظار القطارات الى ثلاث أجزاء: مسطح انتظار القطارات - مسطحات خدمية - مسطحات مخصصة للسكك الحديدية فكان متوسط نسبة مساحة انتظار القطارات للأُمثلة الأجنبية ٢٦,٨% وهو قريب من متوسط مساحة انتظار القطارات للأربعة نماذج من المحطات تحت الأرضية في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى، أما مسطحات الفراغات الخدمية فكان المتوسط الناتج من المشروع المحلي ٣٤,٧% من مساحة المحطة ومسطحات السكك الحديدية فكانت للأُمثلة الأجنبية ٢٤,١% أما متوسط نسبة مساحة السكك الحديدية لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى ١٤,٥%



## ٦-٦-٤- عروض الممرات والسلام وأبواب الدخول والخروج

لم يذكر صراحة في أي مرجع تم الاستعانة به في هذا البحث وخاصة في الفصل الخامس الحدود الدنيا والقصى لعروض الممرات والسلام وأبواب الدخول والخروج ولكن على سبيل المثال ذكر في المرجع الخاص بعرض مشروع مترو ملبورن<sup>(١)</sup> - أستراليا - الأسس التصميمية التي تم الاعتماد عليها في تصميم تلك العناصر مثل سرعة الركاب في الحالات المختلفة (سير أفقي - صعود أو هبوط

الدرجة... الخ) أي أن عروض الطرقات تتحدد بأن المتر العرضي من الطريقة يستوعب ١٠٠ شخص /دقيقة، وعروض السلام الثابتة ينتقل عليها ٦٠ شخص/متر/دقيقة في اتجاه الصعود، وعروض السلام المتحركة ١٣٣ شخص/دقيقة. وهي نفس الأسس التصميمية تقريباً التي اعتمد عليها المصمم أثناء تصميم مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى:

- ٦٠ إلى ٦٥ شخص/متر/دقيقة في اتجاه صعود الدرج
- ٧٥ شخص/متر/دقيقة في اتجاه هبوط الدرج
- ١٠٠ شخص/متر/دقيقة سيراً في الطرقات
- ١٠٠ شخص/متر/دقيقة للسلام المتحركة
- ٧٥ شخص/وحدة/دقيقة لأبواب الدخول

## ٦-٧- الخلاصة

جاري العمل الآن في استكمال شبكة متكاملة من خطوط السكك الحديدية لتخترق قلب القاهرة وتربط الأطراف (شبرا الخيمة - المعادي - الجيزة - مطار القاهرة الدولي)، بالإضافة الى تقليل عما يسمى بمشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى. انتهى الخط الأول والخط الثاني من الشبكة وهما عبارة عن خطي سكك حديدية يربطان بين محطات (علوية - سطحية - تحت أرضية) وقد تناول هذا الفصل بالشرح المفصل التصميم المعماري للمحطات تحت الأرضية لهذا المشروع مع التعرف على الخطوط العريضة لمعايير التصميم المعماري لتلك المحطات، ثم تقييم المشروع مقارنة بالمشاريع المتشابهة الأجنبية وذلك عن طريق مقارنة تحليلية للعناصر المكونة للمحطات للأمثلة الأجنبية المعروضة وعناصر المحطات تحت الأرضية لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى. وتبين أن المشروع المحلي يتشابه كثيراً مع مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس ويشارك مع باقي المشاريع في بعض العناصر (جدول ٦-١). ثم مقارنة الأمثلة الأجنبية والمشروع المحلي بالمعايير التصميمية لتصميم الفراغات تحت الأرضية التي تناولها الباب الرابع (جدول ٦-٢)، ثم عن طريق مقارنة نسبة مساحة العناصر المختلفة المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمثلة الأجنبية المعروضة في الفصل الخامس بنسبة مساحة العناصر المناظرة في مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى. وبناءً على التقييم تبين أن متوسط نسبة مساحة المداخل قريبة من القيمة الأجنبية. أما بالنسبة لصالة التذاكر وحيث أنه لم يتحدد في أي مرجع المسطحات المطلوبة لكل عنصر من عناصر المحطة ليتحقق الهدف منه كما يرحى مثل المسطحات المطلوبة لمكتب التذاكر - المسطحات المطلوبة للانتظار أمام مكتب التذاكر (التي يحتلها الركاب أثناء حصولهم على التذاكر) المساحات المطلوبة حول خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج - المسطحات المطلوبة للغرف الخدمية المتعلقة بتشغيل القطارات - المسطحات الكافية لإقامة منطقة تجارية لخدمة المحطة وتحقيق الهدف من إقامتها، كان متوسط نسبة مساحة مسطحات الحركة لمحطات المثال المحلي متفقة مع الأمثلة الأجنبية أما نسبة مساحة الفراغات الخدمية فكانت تزيد بمقدار كبير في محطات الخط الثاني وهذا أعطى مؤشر لوجود مساحات زائدة مضافة الى مساحات الفراغات الخدمية. اتفقت نسبة مساحة انتظار القطارات مع متوسط نسبة مساحة الانتظار لمحطات الأمثلة الأجنبية وزادت نسبة مساحة الفراغات الخدمية في منطقة انتظار القطارات وتباينت قيم المساحة المخصصة للسكك الحديدية.

وكانت هذه الخطوة تمهيداً للوصول الى هدف البحث وهو ما سيتم عرضه في الفصل القادم: هدف البحث وتوصياته.

## الفصل السابع

### ٧- النتائج والتوصيات

يخلص البحث من خلال مراحله من تسجيل للأبحاث السابقة والمعايير العالمية ودراسات الحالة العالمية بالإضافة دراسة الحالة المصرية لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى الى بعض الحقائق التي تخص البناء تحت الأرض، ومجالات الأبحاث للمباني تحت الأرض، ومشاريع السكك الحديدية ثم بالأخص التي تحت الأرض والمسماة بمترو الأنفاق، والمداخل التصميمية لهذه المنشآت تحت الأرضية، وأخيراً نتائج دراسة مترو أنفاق القاهرة الكبرى والمحددات التصميمية للمحطات.

### ٧-١ البناء تحت الأرض

يتجه تفكير العالم أجمع الى الإنشاء تحت الأرض لما له من مكاسب في كثير من المجالات التخطيطية والهندسية والبيئية، وتتعدد استخدامات المباني تحت الأرضية في جميع الحالات : تخزين وقود أو مواد غذائية - سكنية- تعليمية -ترفيهية -إدارية -خدمة (جراجات، مواصلات، طرق، مباني تجارية).....الخ. تتجه معظم دول العالم تخصص جزء من ميزانيات الإنشاء للمباني تحت الأرضية وبالأخص مشاريع النقل السريع (جدول ١-١) وذلك لتعدد مميزات الباء تحت الأرض سواء للبيئة السطحية أو لخدمه النشاط الذي يمارس تحت سطح الأرض من زيادة كفاءة مسطح الأرض السطحية وانخفاض نسبة التلوث السمعي والهوائي للبيئة السطحية بالإضافة الى تحقيق العزل والحماية من المناخ الخارجي - الضوضاء- الأخطار الطبيعية والحريق

### ٧-٢ مجالات البحث العلمي للمباني تحت الأرض

زادت مجالات الاهتمام البحثي للإنشاء تحت سطح الأرض- وبعد إعداد مسح عام لمجالات الاهتمام البحثي لإنشاء محطات الركاب تحت الأرض وجد أن معظم المجالات زودت بعدد من الأبحاث العلمية لا بأس بها مما يعطى مؤشر بارتفاع الاهتمامات البحثية في المجالات التالية ذكرها:-

- طرق الإنشاء والعوامل المؤثرة عليها

- تقنيا استخدام مواد الإنشاء ومواد العزل المختلفة

- تأمين المكان ومنع الكوارث - إدارة الكوارث قبل وبعد حدوثها
- دراسات صوتيه وضوئيه للفراغات تحت الارض
- النواحي القانونيه والاقتصاديه والتشريعات العالميه والاقليميه من ناحيه التعاقدات أو طرق احتساب سطح الارض
- التخطيط الحضري للمناطق المقام فيها المشروع
- دراسات النقل

### ٣-٧ مشروعات السكك الحديدية تحت الأرض

مشروع " مترو الأنفاق " هو شكل من أشكال مشاريع السكك الحديدية ولكن له من السمات الخاصة مثل السرعة العالية نظراً لعدم وجود تقاطعات والسعة العالية ودرجه الأمان العالية وقلة حوادث السير والتشغيل نظراً لاستخدام التقنية العالية في التشغيل. ويتكون المشروع من : خطوط السكك الحديدية، والمحطات، ومباني ملحقة للأغراض الخدمية ومتطلبات التشغيل، وورش لصيانة الوحدات المتحركة (القطارات) والمعدات.

تختلف الأنماط التصميميه للمحطات بناء على: مسار الخط ومناسيبه - موقع المحطة بالنسبه للخط - موقع المحطة داخل النسيج الحضري الذى يخترقه الخط. تحتوي المحطة على ثلاث عناصر رئيسية هي: المداخل- صالة التذاكر- أرصفة انتظار القطارات. اختلفت الأنماط التصميمية للمحطات من حيث علاقة الثلاث عناصر الرئيسية وعلاقتها ببعضها حيث تعددت صور صالة التذاكر (صالة تذاكر وحيدة- صالتي تذاكر على جانبي سكة القطارات- صالة تذاكر أعلى أو أسفل منسوب سكة القطارات) وتعددت صور أرصفة انتظار القطارات (رصيفين جانبيين- رصيف مركزي)

### ٤-٧ المدخل التصميمي لمباني السكك الحديدية تحت الأرض

يختلف المدخل التصميمي لمباني السكك الحديدية تحت الأرض عنها للمباني السطحية في معظم أجزاء المبنى من مداخل وصالة تذاكر وأرصفة انتظار القطارات وفراغات خدمية المدخل في بعض الأحيان هو العنصر الوحيد المرئي من المنشأ ككل وعن طريقه ينتقل الفرد من الخارج الى الداخل بالتزول الى باطن الأرض وهو ما يؤثر بالسلب على شعور مستخدم المبنى لذا يجب معالجة المدخل بحيث يكون مرئي من المارة في مستوى الطريق، وأن يتمتع بشئ

من الجاذبية عن طريق التشكيل في الكتلة (منشأ علوي مفتوح أو مغلق) أو بتضمين عناصر إضافية مثل السلام والمصاعد والأفنية السماوية المزروعة.....الخ.  
تحتوي صالة التذاكر في أغلب دراسات الحالة على مكتب بيع التذاكر - استعلامات - منطقة للاطلاع على الخرائط - مراقبة وأمن - أماكن تجمع ومقاهي - فراغات للأنشطة التجارية - فراغات خدمية. وتتكون أرصفة انتظار القطارات من: مسطحات انتظار الركاب - مراقبة وأمن - فراغات خدمية - مساحة للسكك الحديدية

الفراغات العامة مثل صالة التذاكر - أرصفة انتظار القطارات تحت الأرضية قد لا يحتوي على أية فتحات أو نوافذ تربط هذا الفراغ بالبيئة الخارجية فيتولد عند مستخدمي الفراغ الشعور بفقدان الاتجاهات وفقد الصلة بالعالم الخارجي فيزداد شعوره بالكآبة والخوف لذا قد يعالج الفراغ بواحد (أو أكثر) من المعالجات المعمارية المتعددة التي تعطي الفراغ شخصية مميزة فقد يحتوي الفراغ على نوافذ داخلية تطل على فناء سماوي مفتوح ومزروع - أو يتمتع الفراغ بشئ من التركيب في التشكيل وكثرة التفاصيل ليشد انتباه المستخدم ويثير فضوله، أو يؤدي التصميم إلى بيئة دافئة زاهية، أو يستخدم الخط النمطي أو الزخرفي، أو تستخدم التماثيل والأشكال النحتية، تستخدم اللوحات المرسومة أو المناظر الطبيعية، أو توظيف الإضاءة الطبيعية أو ما يحاكيها في التصميم

تلعب العناصر الفنية والزخرفية دور كبير في تشكيل الفراغ في محطات نقل الركاب تحت الأرض في ربط المشروع (الخط ككل) ببعضه ليظهر وحدة واحدة مع إمكانية تمييز كل محطة على حدا في عيون الركاب فتساعد على رسم خريطة ذهنية لدى كل المستخدمين

#### ٧-٥ مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى

يتعرض إقليم القاهرة الكبرى لمشكلة نقل متصاعدة تزداد من يوم إلى يوم نظراً لزيادة تعداد السكان وعدد المواطنين المترددين على الإقليم لإنجاز مهام شخصية أو للتعامل مع الجهات الحكومية والوزارات والهيئات العامة والبحثية والتعليمية ومراكز العلاج.....الخ. وفي ضوء دراسة الوضع الحالي لمشكلة النقل وجد أن مركز ثقل إقليم القاهرة الكبرى يتحرك من منطقته وسط المدينة إلى الاتجاه الشمالي الشرقي. وإن المحور الرئيسي للإقليم يتحرك من الاتجاه الشمالي الجنوبي إلى الاتجاه الشرقي الغربي بدءاً من مدينة السادس من أكتوبر إلى مدينة العاشر

من رمضان. وهذا بالإضافة الى وجود عدد كبير من المناطق المكدسة سكانيا وفقيرة من الناحية الخدمية مثل (شبرا وامبابة ...) وهذا يعنى تولد ضغوط على خدمة النقل في الإقليم وأخيراً لوحظ إمكانية إعادة توقيع وتأهيل خطوط الترام لتدخل في المخطط الجديد وهو مكون من ستة خطوط أربعة منها للنقل السريع الكتلي وجاري تحديث دراسة الخط الثالث ثم خطي نقل سكك خفيفة (٦-١)

تم تنفيذ الخط الأول والثاني في شبكة مترو أنفاق القاهرة الكبرى بحيث احتوى الخط الأول على جزء نفقي غير عميق نتج عنه محطات تحت أرضيه غير عميقه تتكون من صاله تذاكر على جانبي منسوب سكه القطارات ويربط بينهما ممرات أعلى او أسفل منسوب السكه مع وجود محطتين هما "مبارك والسادات" تبادلتين بين الخط الأول والخط الثاني يتكونان من طابقين تحت الأرض، الطابق الأول تحت الأرض يخدم الخط الأول- الطابق الثاني يخدم الخط الثاني

وتم تنفيذ الخط الثاني بأسلوب "ماكينه الحفر العميق" فينتج عن ذلك محطات عميقه ذات ثلاث مستويات-صالة تذاكر- مستوى متوسط لنقل الركاب- مستوى الأرضية.

## ٦-٧ التصميم المعماري لمحطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى

تم حصر محددات التصميم المعماري لمحطات الخط الأول والخط الثاني لمشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى في الآتي :

أثر موقع المحطة ووجود مساحة كافيه في مستوى الطريق حيث تتبع جهاز تشغيل مترو أنفاق القاهرة الكبرى، بالإضافة الى قربها أو بعدها عن خطوط مواصلات أخرى (أتوبيس أو سكك حديدية أو تقاطعات محاور مروريه) و الكثافة السكانية للمنطقة وأنواع استعمالات الأراضي المحيطة بموقع المحطة على التصميم المعماري للمحطة تحت الأرضية. كما أثرت محددات التشغيل من نوع وطول القطار المستخدم أو أسلوب الإنشاء لجسم المحطة أو النفق نفسه بالإضافة الى معايير أمن الأفراد وأمان المنشأ نفسه على الفراغات المختلفة للمحطات

مقارنة عناصر التصميم المعماري والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجات الفراغات الرئيسية لمحطات نقل الركاب تحت الأرض في كل من مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى والمشاريع المشابهة في الدول الأخرى حيث تتلخص النتائج في جدول (٦-١)، (٦-٢) أوضحت أن المنهج المتبع في التصميم المعماري لمحطات المشروع المحلي يتشابه الى حد كبير مع مشروع شبكة خطوط مترو كراكاس- فترويلا

بتحليل الفراغات الرئيسية المكونة للمحطات (المداخل- صالة التذاكر- أرصفة انتظار القطارات) في جدول (٦-٣) واحتساب متوسط نسبة مساحة كل عنصر مقارن بالمساحة الكلية للمحطة اتضح الآتي:

١-زادت نسبة مساحة المداخل لمحطة رمسيس كمثال لمحطة تبادلية كبيرة عن متوسط نسبة مساحة المداخل للمحطة للأمثلة الأجنبية وذلك نظراً لطبيعة موقعها في ميدان رمسيس وهو ميدان واسع ذو طاقة مرورية عالية.

٢-تقاربت قيمة نسبة مساحة المداخل لباقي المحطات تحت الأرضية للمشروع المحلي مع القيمة المناظرة الأجنبية.

٣-تقاربت قيمة متوسط نسبة مسطحات الحركة في صالة التذاكر في محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى بالمقارنة مع القيم الأجنبية.

٤-زاد متوسط نسبة مساحة الفراغات الخدمية للخط الثاني بالمقارنة مع متوسط نسبة المساحة المناظرة للأمثلة الأجنبية مما أعطى مؤشر لوجود مساحات زائدة ناتجة عن تشكيل المحطة تم إضافتها الى الفراغات الخدمية.

٥-لم يتفق أياً من محطات الخط الأول أو الثاني أو الأمثلة الأجنبية على كيفية تحديد طول الرصيف ولكن خلص تحليل الأمثلة العالمية مع الأمثلة المحلية أن طول الرصيف يساوي طول القطر مضافاً إليه بضع أمتار في بداية ونهاية الرصيف تسمح بالرؤية الجيدة لسائق القطر لأبعاد الرصيف وحدود القطر عن طريق مرايا في بداية ونهاية الرصيف أو شاشات مراقبة.

٦-تقاربت قيمة متوسط نسبة مساحة انتظار القطارات للأمثلة الأجنبية مع محطات المشروع المحلي بينما اختلفت متوسط نسبة مساحة المناطق الخدمية والمناطق المخصصة للسكك الحديدية.

وفيما يلي توصي الدراسة بالآتي:-

## ١. توصيات خاصة بموقع المحطة ومدخلها من مستوى الطريق

- زيادة مساحة انتظار السيارات المقترنة بمحطات المترو لتشجيع الركاب لترك السيارات الخاصة واستخدام المترو وهذا ينعكس على الكثافة المرورية للشارعين الرئيسية للمدينة مما يساهم بالقدر الكبير في حل مشكلة النقل في إقليم القاهرة الكبرى
- يفضل زيادة الاهتمام بتصميم المداخل وبتشكيل كتلة واضحة للمدخل لأن المدخل هو العنصر الوحيد المرئي فوق سطح الأرض وهو ما ينقل صورة المحطة تحت الأرض للمارين في الطريق
- يفضل أن توزع المداخل في أماكن آمنة في مستوى الطريق بحيث تضمن للراكب عدم عبور الطريق في مناطق خطرة مهما تولد عن ذلك ممرات طويلة مع الاهتمام بالتشكيل الفراغي للممرات
- يفضل استخدام الممرات الطويلة في تأجيرها للأنشطة التجارية وهذا يزيل الشعور السلبي للمار بها من خوف وعدم الرغبة في التقدم بل بالعكس تعمل الممرات حينذاك كعنصر جذب فيفضل الراكب أن يصل المحطة من خلال الممرات تحت الأرضية عن السير في مستوى الطريق حتى لو كان أقصر

## ٢. توصيات خاصة بتصميم صالة التذاكر وأرصعة انتظار القطارات

- يجب أن يكون الفراغ الخاص بحركة الجمهور داخل صالة التذاكر وأيضاً أرسعة انتظار القطارات واضح وذو معالم معمارية مميزة يحتوي على كل المعلومات الإرشادية التي تهم الراكب بكل المعلومات موضوع اهتمامه
- يجب أن يتمتع فراغ الحركة داخل صالة التذاكر أو أرسعة انتظار القطارات بواحد أو أكثر من المعالجات المعمارية المعروضة في الفصل الرابع من هذا البحث بتشكيل الفراغات تحت الأرض لأن هذا يساعد على رسم خريطة ذهنية واضحة للفراغ لدى المستخدم مما ينفي الشعور السلبي الذي قد يستولي على مستخدمي الفراغات تحت الأرضية



● يفضل تقسيم فراغ صالة التذاكر بحيث يخلق بعض الفراغات المطلة على الفراغ الرئيسي مثل:

- فراغ مخصص لشباك بيع التذاكر والاستفسار عن كل المعلومات المطلوبة للقيام برحلة
- فراغ منفصل للمناطق التجارية
- فراغ مخصص للآتظار والكافيتريات ١٠٠٠ الخ
- وهذا يساعد على إضفاء الحيوية للفراغ ككل بتكوين فراغات فرعية داخل الفراغ الرئيسي

● يفضل وضع خط ماكينات التحكم في الدخول والخروج في نهاية صالة التذاكر وفي منسوب مختلف عن الأرصفة ( أي بعيداً عن القطارات ) لأن هذا يساعد على توزيع الركاب الواصلين (بمجمعين) في قطار واحد على خط الماكينات ودون حدوث الازدحام الحادث في حالة وجود خط الماكينات في نفس مستوى الرصيف وفي المنتصف (كما هو الحال في محطات الخط الأول) وذلك نظراً لاختلاف سرعات ومسافات السير من راكب الى آخر

● يفضل توسيع المنطقة التجارية في صالة التذاكر حتى يسهل تسويقها (تأجيرها) حيث أنها تخضع لمنطق المنافسة (التجر المعزول يقل مريديه والمركز التجاري الذي يحتوي على عدد كبير من المتاجر يجذب الجمهور)

● كلما زادت المناطق التجارية زاد دخل المحطة مما يؤثر على خطة تشغيل وصيانة المشروع ويحمي الفراغات تحت الأرضية ويقضي على الإحساس بالانعزال فيزداد أمن الأفراد في الفراغات تحت الأرضية

● استغلال اللوحات الإعلانية مما لها من تمييز بصري ودور في إضفاء البهجة على المحطة بالإضافة الى زيادة الدخل التشغيل.

● يمكن تضمين مساحات انتظار السيارات داخل الفراغات تحت الأرضية لاستغلال كمراحيات تحت أرضية لاستغلال المساحات الزائدة عن مساحة المحطة نفسها والتي عملها نظام الإنشاء وظروف الموقع وتشكيل جسم المحطة على المصمم المعماري.

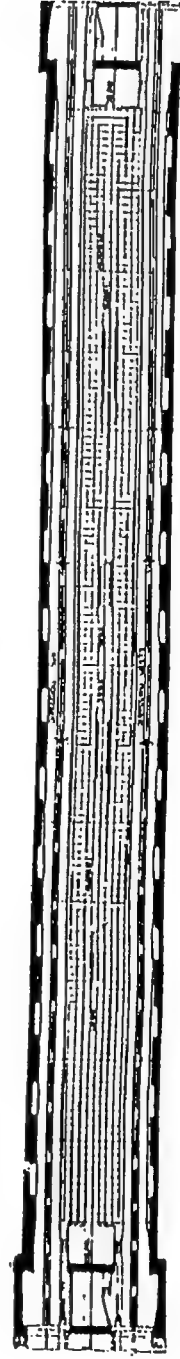
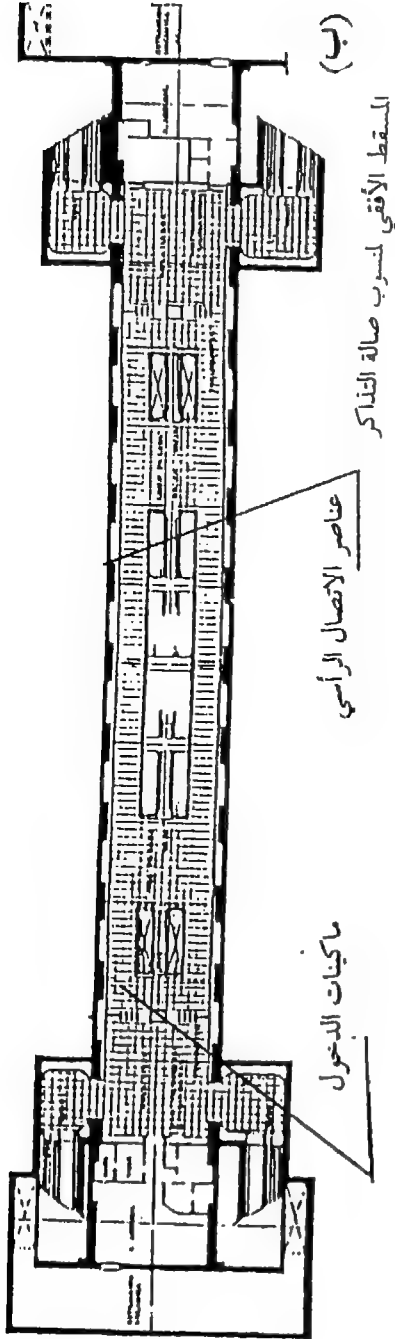
### ٣. توصيات خاصة بتصميم الفراغات الخدمية

يجب تحقيق الفصل التام بين الفراغات المخصصة للجمهور والفراغات الخدمية وذلك عن طريق وضعها في منسوب مختلف أو عزلها عن مسارات حركة الركاب وذلك لضمان أمن وأمان الفراغات الخدمية وبعدها عن أي تخريب أو عبث لمنع أي أعطال قد تؤدي الى حدوث أزمة أثناء التشغيل.

## ملحق

الساقط الأفقية للمحطات :

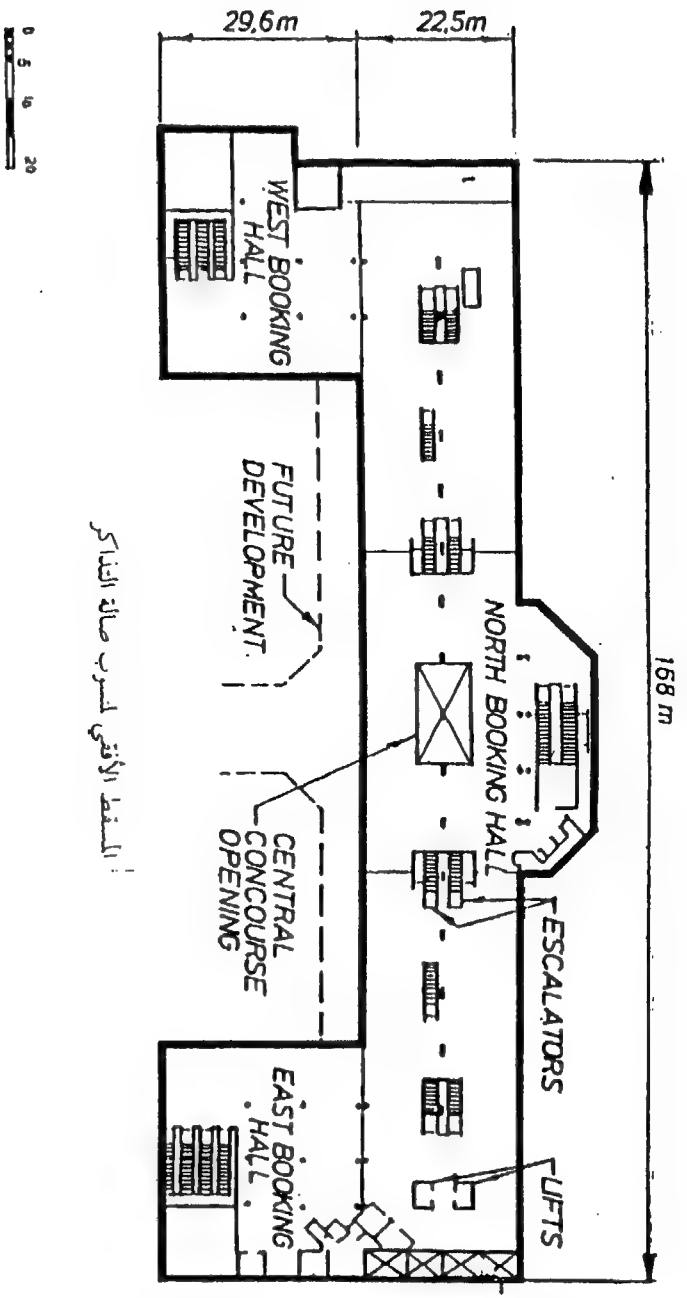
- محطة ميجال أنطونيو - مترو كراكاس - فنزويلا
  - محطة المتحف - مترو ملبورن - أستراليا
  - محطة ألاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية
  - محطة ستراسبورج
  - محطة روتردام - هولندا
- موضح بها مقياس الرسم



0 5 10 20

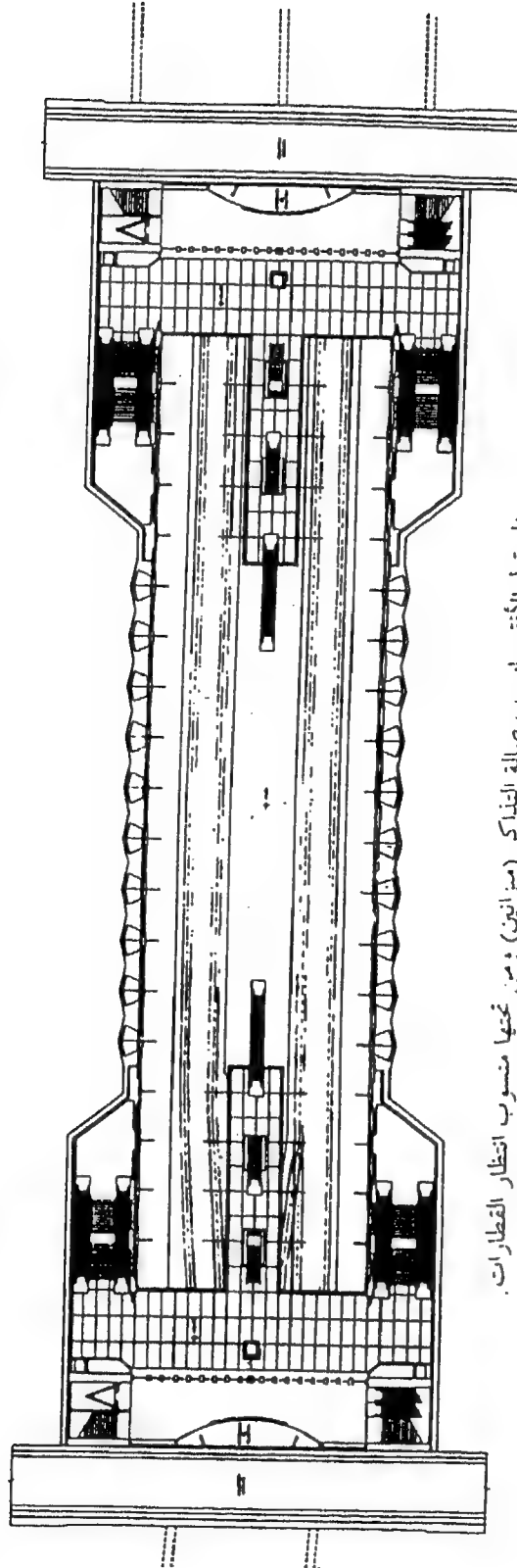
المسقط الأفقي لنسوب أرضفة انتظار القطارات

محطة ميجال أنطونيو مشروخ مترو كراكاس



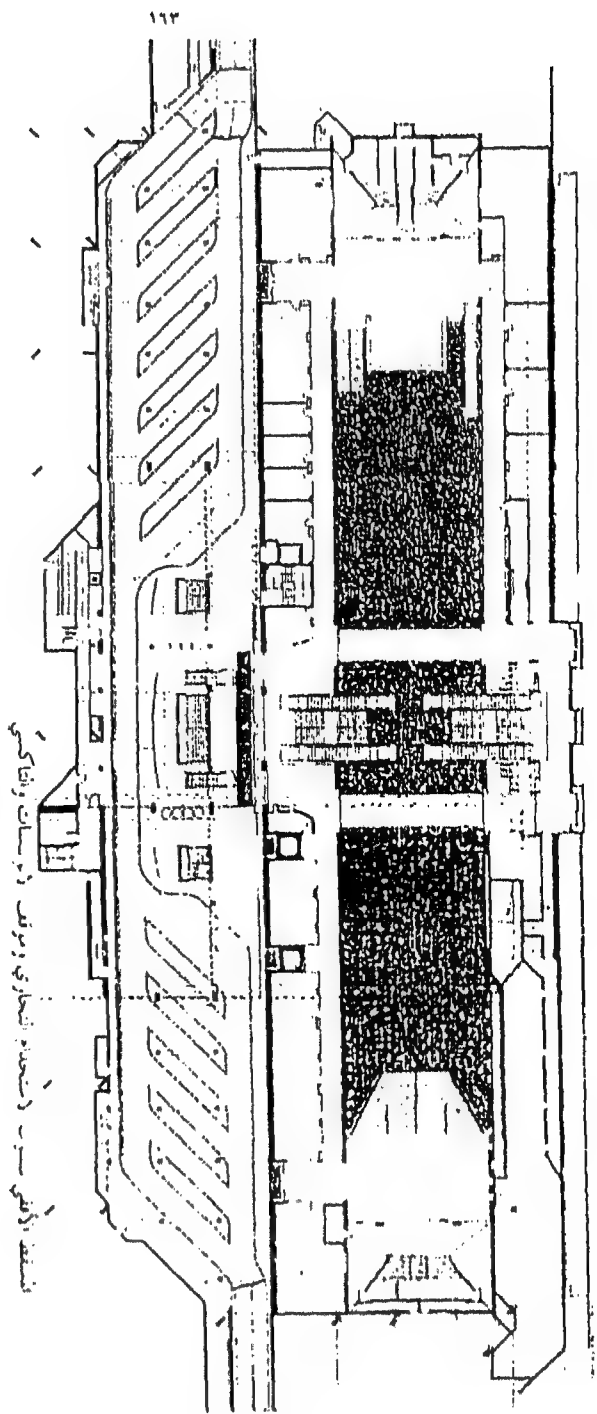
المسقط الأفقي لمسرح صالة التذاكر

مخطة المتحف مشروع خطط مليونر- أستراليا

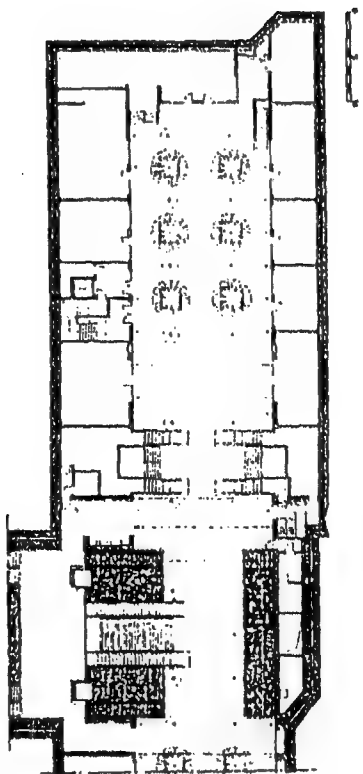


المسقط الأفقي لنسوب صالة النذاكر (ميزانين) ومن تحتها منسوب انتظار القطارات.  
محطة ألاميدا مشروغ كوبري ومحطة الاميدا - كاليفورنيا - الولايات المتحدة الأمريكية

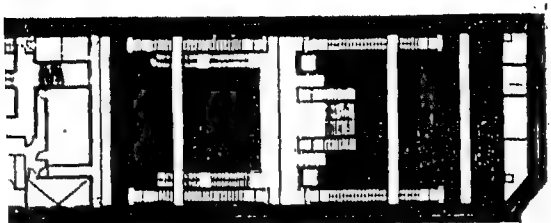
مخطط الأرضي لمبنى المتاحف القديمة



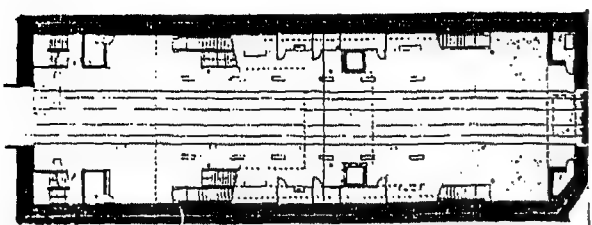
مخطط الأرضي لمبنى المتاحف القديمة

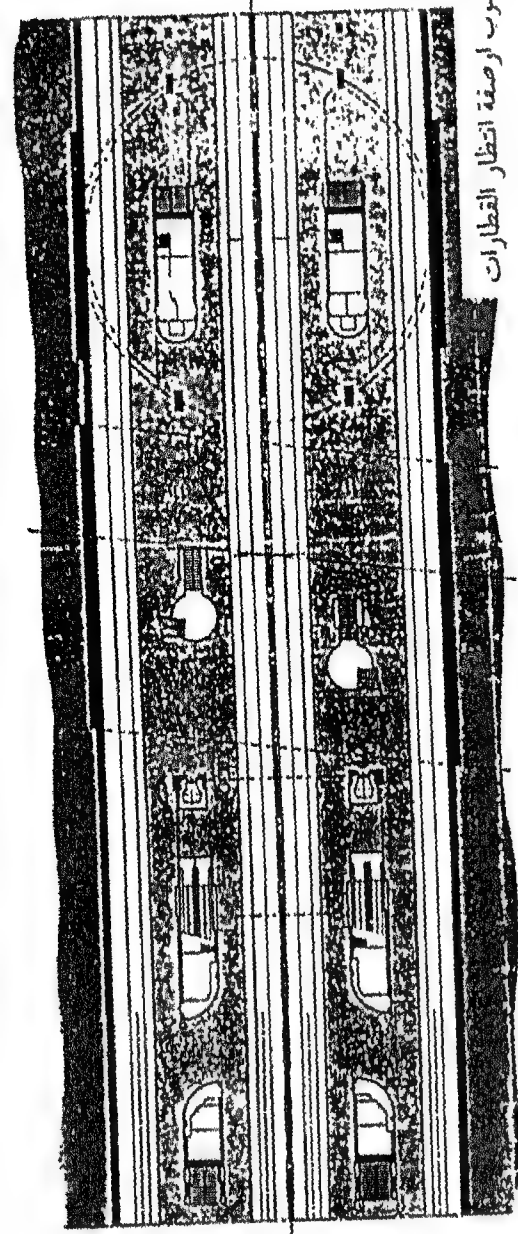


المخطط الأرضي لمبنى المتاحف القديمة



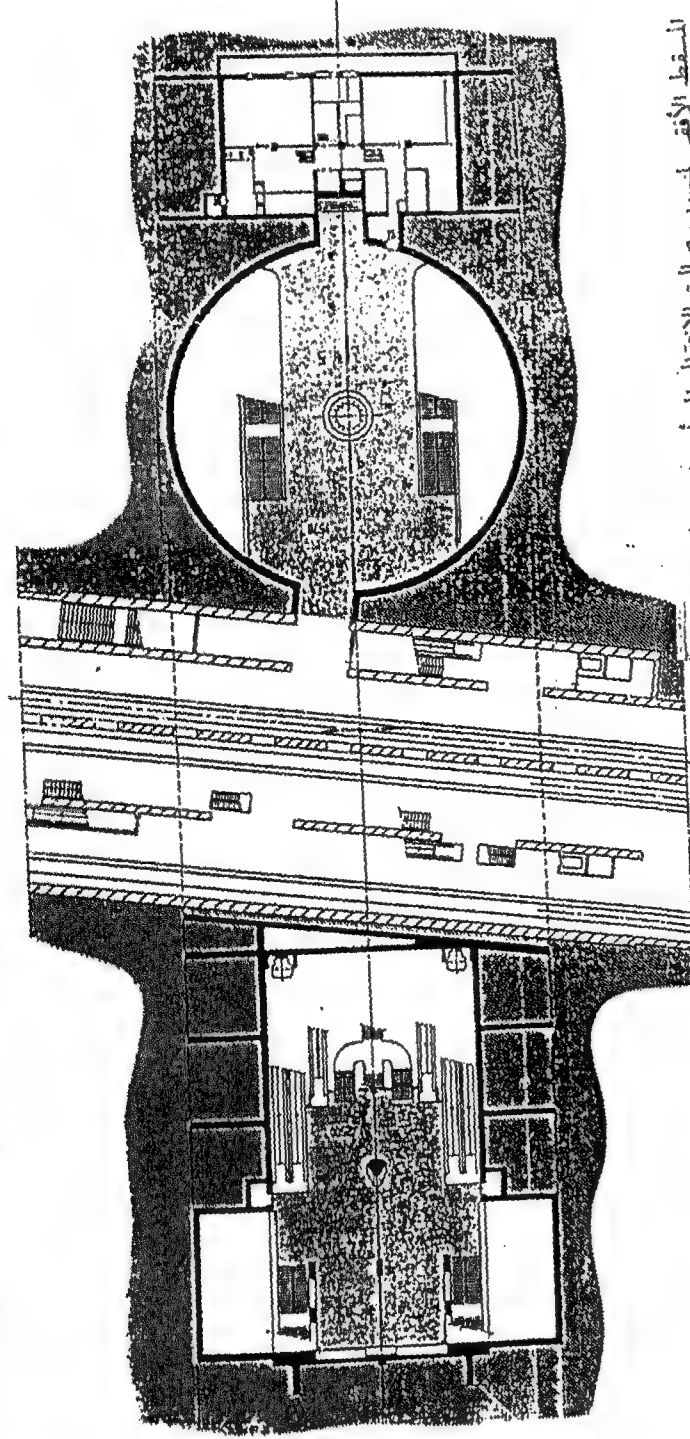
المخطط الأرضي لمبنى المتاحف القديمة



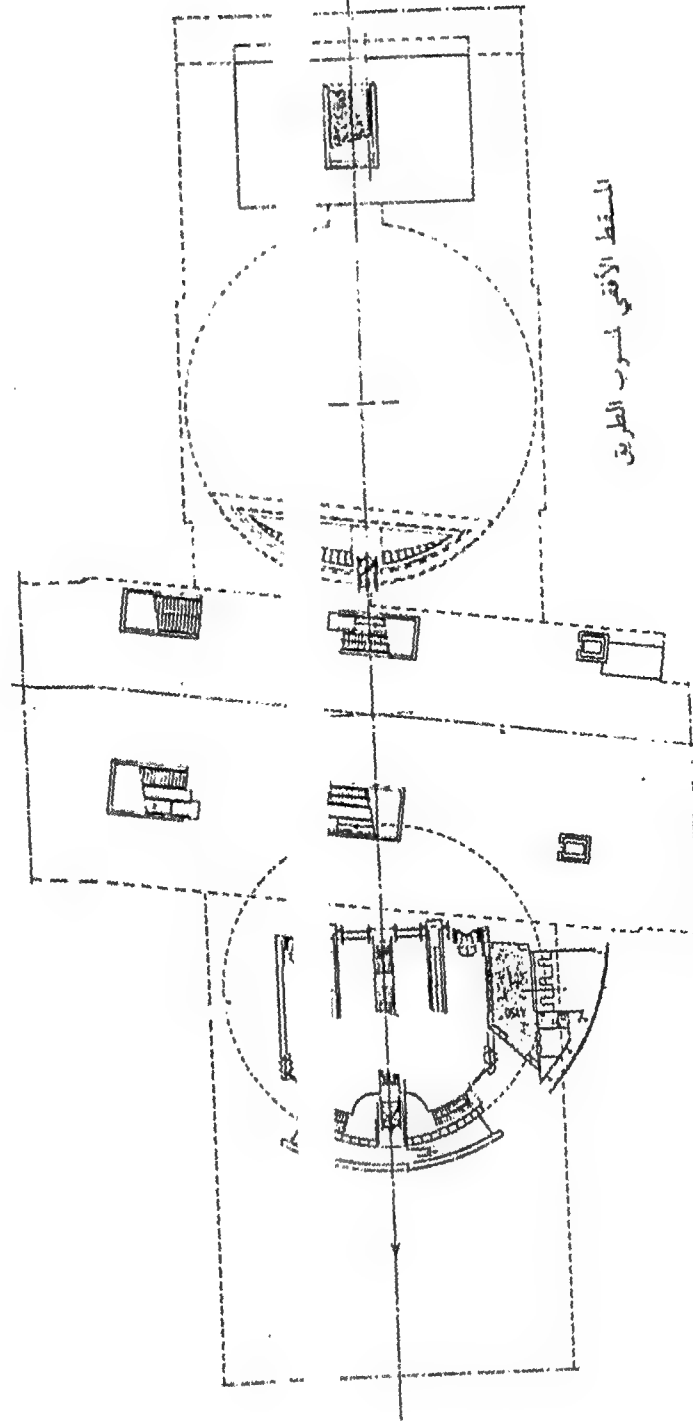


المسقط الأفقي لمسور أرضية انتظار القطارات

١٦٤



المسقط الأفقي لمسور صالحي الانتقال الى أرضية انتظار القطارات



المسقط الأفقي لمسور الطريق



محطة روتردام بلاك - هولندا



## المراجع

1. Abd-Allah, M .I. A. *A Comparative Statistical Study of Noise Levels Due to Underground Train in Greater Cairo.* Engineering Research Bulletin V(4) Zagazig University, August 1993.
2. Abdel Salaam M.E. *Contractual Sharing of Risks Construction-ITA Views.* In Tunnelling and Underground Space Technology, V10 (4) Pp.433 – 438 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1995
3. Barker M. B. *Toronto's Underground Pedestrian System.* In Tunnelling and Underground Space Technology VI (2) Pp. 145 – 151. Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1986
4. Baxter D. A. ; Bennet A.G. *Aspects of Design and In-Situ Testing for the Mural Rock Tunnels.* In Fourth Australian Tunneling conference, Melborn, Australia. 1981
5. Bergman M. S. *The Development and Utilization of Subsurface Space.* In Tunnelling and Underground Space Technology, V1(2) Pp.115-144 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1986
6. Bernard D. *A View of Paris Meteor Project. Forging a New Relationship Between City and Metro.* In Tunnelling and underground space technology. V. 10 (3) Pp. 343 – 352 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1995.
7. Boivin, D. J. *Underground space use and planing in the Quebec City area.* In Tunnelling and underground space technology V5(1/2) Pp. 69 – 84 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1990
8. Britz, H. L., *Lighting of subway stations.* In Licht V(39) No. 2 Pp 146-147 -1987.

9. Carmody J. ; Sterling R. , Underground Building Design , University of Minnesota 1983.
10. Cerver, F. A., The Architecture of Stations and terminals. Arco for Haerst Books International New York USA 1997.
11. Chappel, R. A.; Simpson, D.; Skopakow, J. *Museum Station-Structural and Architectural Design* In Fourth Australian Tunnelling Conference, Melborn, Australia- March 1981
12. Daniel, J. B. *Montreal's Underground Network: A Study of Downtown Pedestrian System*. In Tunnelling and Underground Space Technology - V6(1) P. 83. Pergamon Journals Ltd. Great Britain\* 1991
13. De Lathauwer, W. *Scenarios for the Transport Infra Structure of Europe Planning and Financing*. Tunnelling and underground space technology V10(1) Pp. 45 – 52 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1995
14. Development Research and Technology planning center, *Characteristics of Phase I of Cairo Regional Metro Line and Analysis of Transit Mode Choice on the Helwan/ Ramsis corridor*.
15. Edwards, B. The Modern Station – New Approaches to Railway Architecture. E & FN SPON London UK.-1997
16. Gordard J.P. ; Hugonnard J.C. (1989). *Appraisal of Underground Urban Public Transportation Project*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V4 (1) Pp. 31 - 41 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1989
17. Gordard, J.P. ; Sterling, R.L. ; ITA Working Group No.13, *General Consideration in Assessing the Advantages of Using Underground Space*, Tunnelling and Underground Space Technology, V10 (3) Pp. 287-297 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1995

18. Haack, A. *Fire Protection in Traffic Tunnels- Initial Finding from Large Scale Tests*. In Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pp. 363-376. Pergamon Journals Ltd, Great Britain - 1992
19. Howord D. F., *Running Tyne and Wear Metro*, Canadian Urban Transit association Conference -June 1986
20. Ishioka, H. *Security Management for Underground Space*. In Tunnelling and underground space technology. V7 (4) Pp. 335 - 338 Pergamon Journals Ltd. Great Britain- 1992.
21. ITA Working Group on Costs Benefits of Underground Urban Public Transportation. *Examples of benefits of underground urban public transportation system*. In Tunnelling and underground space technology V2(1) Pp. 5-54 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1987.
22. ITA Working Group on Costs Benefits of Underground Urban Transportation. *Cost Benefit Methods for Underground Urban Public Transportation System*. In Tunnelling and Underground Space Technology V5 (1/2) Pp. 39-68 Pergamon Journals Ltd. Great Britain - 1990.
23. ITA Working Group on Contractual Sharing of Risks , *ITA Recommendation on Contractual Sharing of Risks*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V7 (4) Pp. 393 - 398 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1992
24. Jean - Pierre cousin, *Reportage In Architecture d'Aujourd'hui* No. 247 1986, Pp.69 - .91
25. Kaiser P.K ; Mc Creath D.P, *Rock Mechanics Consideration for Drilled or Bored Excavations in Hard Rock*. Tunnelling and Underground Space Technology V9(4) Pp. 425 - 438 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1994

26. Khairy, B. M.; Morkos R. E. *Integrating Modern Technology Methods in the Traditional Urban Fabric* .In El Azhar Engineering Fifth International Conference 1997.
27. Kov Shchept, N. I. *Lighting of Tashkent Metro Station* In Svetolekhnika N1, P.17-19 1987
28. Kumar P. and Singh B. -*Design of Reinforced Concrete Lining in Pressure Tunnels, Considering Thermal Effects and Jointed Rockmass*. Tunnelling and Underground Space Technology V5 (1/2) Pp. 91 – 102 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1990
29. Kunita M.; Takemata, R. ; Iai, Y. *Restoration of a Tunnel Damaged by Earthquake*. In Tunnelling and Underground Space Technology V9(4) Pp. 439 - 448 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1994
30. Lewis, H. *The Metro Report. The Impact of Metro & Public Transport Integration in Tyne and Wear*. In Transport and Road Research Laboratory University of New Castle upon Tyne. 1982
31. Mahdy A. F. *Operational Requirements for Greater Cairo Metro Second Line – Phase 1 A* (1996),
32. Marc C. ; Huez P. H. *Tunnel Water Proofing Using Polymeric Membranes*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V2 (1) Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1987.
33. Masuda Y. , Minoshima T., *Large Scale Underpinning for an Underground Urban Railway Station*. In Tunnelling and Underground Space Technology. V7 (2) Pp. 133-140 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1992
34. Ministry of Transport,. *Greater Cairo Urban Metro – Description of the Project – M.Plans* (1977)

35. Ministry of Transport,. *Greater Cairo Metro Urban Line 2, Updating of Studies. Contract 21/M – First Report, Final Issue, Transport Planning – Civil Work.* 1989
36. Nakamura, H. et al. *Research on Smoke Control in Underground Structure.* In Tunnelling and underground space technology V7 (4) Pp. 325-334 Pergamon Journals Ltd. Great Britain – 1992.
37. Philip C., *Hughes The Use of Simulated Natural light in the Design of the Earth-sheltered Invironment.* Tunnelling and Underground Space Technology V2 (1) Pp. 73 – 82 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1987
38. Raymond L. Sterling and Carmody J., *Underground Space Design.part 1 Overview of Subsurface Space Utilization,* VanNostrand Reinhold (1993).
39. Riera P. and Pasqual J. , *The Importance of Urban Underground Land Value in Project Evaluation.* Tunnelling and Underground Space Technology V7 (3) Pp. 243-250 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992
40. Ringstad, A. J. *Perceived Danger and the Design of Underground Facilities for Public Use.* In Tunnelling and Underground Space Technology, V9 (1) Pp. 5:7 Pergamon Journals Ltd. Great Britain – 1994.
41. Robert J. Smith, *Risk Management for Underground Projects-cost Saving Techniques and Practices for Owners.* Tunnelling and Underground Space Technology, V7(2) Pp. 109 – 118 Pergamon Journals Ltd. Great Britain -1992
42. Roscoe R. B. and Watson F.G., *The Melbourne Underground Rail Loop Overall Tasks and Organisation.* Fourth Australian Tunneling conference, Melborn, Australia (1981).

43. Sonoda T. et al , *Construction of Underground Space by a New Shield Tunnelling Method-Spiral Tunnelling and Ramification of Multi Circular Face Shield*. In Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pp. 355 – 362 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1992
  
44. Sterling R., Carmody J. and Walter H. Rockenstein II, *Case Study of Life Safety Standards for Large Mined Underground Space Facility in Minneapolis, Minnesota*. Tunnelling and Underground Space Technology V7 (2) Pp. 119-126 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1992
  
45. Watanabe et al., *Safety and Disaster Prevention Measures for Underground Space: An Analysis of Disaster Cases*. In, Tunnelling and Underground Space Technology V7 (4) Pp. 317-324 Pergamon Journals Ltd. Great Britain-1992
  
46. Westerberg, G. (1986). *New Underground Subway Station, Acoustical Treatments*. conference: *Proceeding-1986 International, Conference on Noise Control Engineering*, progress in noise control-Internoise 86
  
47. Yan, H, *Effects of Cave Dwelling on Human Health*. In Tunnelling and underground space technology. V1(2) Pp. 171 – 176 Pergamon Journals Ltd. Great Britain- 1986.

## المراجع العربية

١. أبو الجحد، محمد محمود ، محددات التصميم المعماري وتأثيرها على القرارات التصميمية. مشروع محطات مترو الأنفاق - حالة دراسية. خبرة خاصة من واقع الاشتراك في تصميم مشروعات محطات مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الثاني (شبرا الخيمة - - الجيزة) ١٩٩٧
٢. أبو الجحد، محمد محمود ، عمارة المحطات النفقية بشبكات مترو الأنفاق - حالة دراسية - -مترو أنفاق القاهرة الكبرى. في مجلة بحوث العمارة والتخطيط قسم الهندسة المعمارية جمعية العمارة كلية الهندسة - جامعة الأزهر ١٩٩٨
٣. عبد الغنى ، احمد عبد الله محمد ، الطرق العلوية وتأثيرها على الشكل البصري للمدينة - دراسة عن القاهرة - ماجستير كلية الهندسة جامعة القاهرة ١٩٨٩.
٤. عقبة ، إيهاب محمد ، التأثير الحضري لمترو الأنفاق على المناطق المحيطة به - ماجستير كلية الهندسة جامعة عين شمس ١٩٩٣



## فهرس الأشكال

الصفحة	الموضوع	رقم الشكل
٤	خريطة التوزيع السكاني-----	١-١
٤	الزيادة السكانية الموقعة حتى عام ٢٠٢٥-----	٢-١
١١	منحنى درجات الحرارة تحت سطح الأرض على مدار سنة كاملة-----	٣-١
١١	رسم بياني يوضح ارتفاع عدد ركاب وسائل النقل الجماعي-----	٤-١
١٢	مقارنة بين كثافة الحركة على خطوط مترو الأنفاق وطرق السيارات	٥-١
١٤	تأثير وجود خط سكك حديدية تحت الأرض أسفل ميدان عام بلجيكا	٦-١
١٤	رسم بياني لقياس الضوضاء قبل وبعد تشغيل خط سكك حديدية-----	٧-١
٢٧	تأثير السكك الحديدية السطحية على المدينة-----	١-٣
٢٧	كروكي لمحطة سكك حديد سطحية ذات صالة تذاكر واحدة-----	٢-٣
٢٨	كروكي لمحطة سكك حديد سطحية ذات صالتي تذاكر-----	٣-٣
٢٨	كروكي لمحطة سكك حديد علوية ذات صالة تذاكر واحدة-----	٤-٣
٢٩	قطاع عرضي في محطة كانو أماريللي وأجوا سالود-كراكاس-----	٥-٣
٣١	مثال لمحطة سطحية ذات صالة تذاكر واحدة-----	٦-٥
٣١	مثال لمحطة مرفوعة ذات صالة تذاكر واحدة-----	٧-٣
٣٤	قطاع ومسقط أفقي لمحطة تحت أرضية ذات صالتي تذاكر-----	٨-٣
٣٤	مثال لمحطة تحت أرضية ذات صالة تذاكر وحيدة فوق منسوب السكة	٩-٣
٣٦	مثال لمحطة تبادل بين نوعين من خطوط السكك الحديدية-----	١٠-٣
٣٦	مثال لمحطة تبادل بين خطي السكك الحديدية تحت أرضية وخط ترام	١١-٣
٣٨	الموقع العام لمحطة رد هيل إنجلترا-----	١٢-٣
٣٩	فرنسا-باريس-محطة ليون ساتولا-----	١٣-٣
٤٥	الأنماط التصميمية للداخل المياني-----	١-٤
٤٦	مداخل مباشرة في منطقة ذات كثافة بنائية عالية-----	٢-٤
٤٦	مدخل مباشر لا يعلوه أي تغطية-----	٣-٤
٤٦	مدخل مباشر لا يعلوه أي تغطية-محطة مسرا-القاهرة-----	٤-٤
٤٨	مدخل عن طريق فناء سماوي-----	٥-٤
٤٨	ليون-باريس-مدخل محطة باريللي-----	٦-٤
٤٩	روتردام-محطة بلاك-----	٧-٤
٤٩	لقطة توضح استخدام منشأ مفتوح لتمييز المدخل-----	٨-٤
٥٢	حالتين مختلفتين من علاقة خط الماكينات برصيف انتظار القطارات-----	٩-٤
٥٥	تصميم فراغ تحت الأرض بحيث يحتوي على فناء سماوي-----	١٠-٤
٥٥	استخدام النوافذ الداخلية في الفراغات تحت الأرضية-----	١١-٤
٥٧	الأعمال الجدارية لأرصفت محطة في مترو لجبونا-----	١٢-٤
٥٧	لقطة توضح الأعمال الجدارية بطول أرصفة محطة تحت أرضية-----	١٣-٤
٥٨	لقطة توضح استخدام اللوحات الإعلانية المضيئة في مواضع مختلفة في المحطات	١٤-٤
٥٨	لقطة توضح استخدام العلامات الأرضية كعناصر-----	١٥-٤
٥٩	لقطنتان توضحان استخدام العلامات الأرضية-----	١٦-٤
٦٣	لقطنتان توضحان استخدام الإضاءة الصناعية-----	١٧-٤
٦٣	لقطة توضح استخدام العلامات الإرشادية المضيئة-----	١٨-٤
٦٤	شكل يوضح علاقة وتسلسل الفراغات المعمارية المكونة للمحطات	١٩-٤
٧٤	محطة ميجال أنطونيو-محطة تحت أرضية-----	١-٥
٧٥	قطاع مار في محطة موسترانديو-----	٢-٥
٧٥	محطة بروتاتريا محطة شبه تحت أرضية-----	٣-٥

٧٦	قطاع في محطة أماريللو محطة علوية-----	٤-٥
٧٨	الموقع العام لخط مترو أنفاق ملبورن الذي شكل مع الخط القديم دائرة	٥-٥
٧٨	شكل ومسار أنفاق قطارات خط ملبورن-----	٦-٥
٨١	قطاع في محطة البارلمان-----	٧-٥
٨١	قطاع في محطة فلاجستاف-----	٨-٥
٨١	قطاع في محطة المتحف-----	٩-٥
٨٠	صور فوتوغرافية تسجل مراحل تطور موقع محطة المتحف-----	١٠-٥
٨٤	المسقط الأفقي لمنسوب صالة التذاكر والتجمع لمحطة المتحف-----	١١-٥
٨٤	قطاع طولي لمحطة المتحف-----	١٢-٥
٨٦	الموقع العام لمشروع كوبري ومحطة الاميدا-كاليفورنيا-----	١٣-٥
٨٦	قطاع عرضي مار بمحطة وكوبري الاميدا كاليفورنيا-----	١٤-٥
٨٧	قطاع طولي ومسقط أفقي لمحطة مترو الاميدا-----	١٥-٥
٨٧	لقطة يتضح فيها الإضاءة الطبيعية العلوية بين العناصر الإنشائية-----	١٦-٥
٩٠	المساقط الأفقية لمحطة ترام ستراسبورج تحت الأرضي-----	١٨-٥
٩١	يوضح المساقط الأفقية لخطو روتردام بلاك-----	١٩-٥
٩٤	التصميم المعماري لمحطة نمطية مترو أنفاق بيلباو-----	٢٠-٥
٩٥	مراحل انتقال الراكب داخل المحطة-----	٢١-٥
٩٦	محطة ساريكو واحدة من المحطات الهامة على خط مترو أنفاق بيلباو	٢٢-٥
٩٨	لقطة توضح المبدأ التصميمي لمحطة فينيسيو باريللي-----	٢٣-٥
٩٨	قطاع طولي لمحطة فينيسيو باريللي-----	٢٤-٥
١٠٩	تحليل الفراغات المعمارية لمحطة ميجال أنطونيو كمحطة نمطية-----	٢٥-٥
١٠١	تحليل الفراغات المعمارية لمحطة فلاجستاف ملبورن-----	٢٦-٥
١٠٢	التحليل الفراغي لمحطة الاميدا كاليفورنيا-الولايات المتحدة الأمريكية	٢٧-٥
١٠٤	تحليل الفراغات المعمارية لمحطة ستراسبورج-----	٢٨-٥
١٠٧	تحليل الفراغات المعمارية لمحطة روتردام بلاك-----	٢٩-٥
١٠٨	الوضع المقترح لتكامل وسائل المواصلات-----	١-٦
١١٨	مسار الخط ثنائيت كما جاء في أحدث دراسة-----	٢-٦
١٢٠	مسار الخط ثنائيت كما جاء في الدراسات الأولية-----	٣-٦
١٢١	تأثير الخط الثالث على زمن الرحلات القائمة بواسطة المواصلات العامة	٤-٦
١٢٣	موقع محطة مبارك داخل ميدان رمسيس وتوزيع المداخل والمخارج-----	٥-٦
١٢٣	المسقط الأفقي للدور الأول تحت الأرض لمحطة مبارك-----	٦-٦
١٢٤	تحليل الفراغات المعمارية لمحطة رمسيس للخط الأول والخط الثاني-----	٧-٦
١٢٦	المسقط الأفقي لمحطة عرابي الخط الأول-----	٨-٦
١٢٦	المسقط الأفقي لمحطة جمال عبد الناصر الخط الأول-----	٩-٦
١٢٧	المسقط الأفقي لمحطة السادات-----	١٠-٦
١٢٧	المسقط الأفقي لمحطة سعد زغلول-----	١١-٦
١٢٨	تحليل الفراغات المعمارية لمحطة الخلفاوي كمحطة نمطية الخط الثاني-----	١٢-٦
١٢٨	موقع محطة مبارك-----	١٣-٦
١٣٤	ضيق الموقع الناتج لمحطة محمد نجيب-----	١٤-٦
١٣٥	موقع محطة العتبة أسفل حديقة الأزبكية-----	١٥-٦
١٣٦	عدة لقطات لأحد مداخل محطة المظلات-----	١٦-٦
١٤٥	الشكل النمطي الزخرفي المستخدم في الأعمال الجدارية في محطة مبارك	١٧-٦
١٤٦	استخدام البلاطات السيراميك في تنفيذ اللوحات الجدارية في محطة السادات	١٨-٦
١٤٦	استخدام تفاصيل مستوحاة من جداريات فرعونية في محطة السادات	١٩-٦
١٤٦	استخدام اللوحات الزخرفية النمطية في معالجة الحوائط بطول الأصفه	٢٠-٦

## فهرس الجداول

٦	الخطط المستقبلية والمشاريع القائمة للنقل الجماعي في معظم المدن ذات الكثافة البنائية العالية-----	١-١
١١١	مقارنة بين السبعة مشروعات المعروضة في هذا البحث لتحديد أوجه الاتفاق والاختلاف في كل عنصر من العناصر التصميمية للمحطات-----	١-٥
١١٢	مقارنة بين السبعة مشروعات المعروضة في هذا البحث العناصر الأساسية المكونة للفراغ والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجة الفراغات الرئيسية للمحطات-----	٢-٥
١١٣	مقارنة بين نسبة مساحة كل عنصر من العناصر المعمارية المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمتلة العالمية-----	٣-٥
	مقارنة بين مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الأول وأ. مشروعات العالمية المعروضة في هذا البحث لتحديد أوجه الاتفاق بين عنصر من العناصر التصميمية للمحطات-----	١-٦
١٣٩	مقارنة بين مشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى الخط الأول والخط الثاني والمشروعات العالمية المعروضة في هذا البحث يوضح العناصر الأساسية المكونة للفراغ والمعالجات المعمارية المستخدمة لمعالجة الفراغات الرئيسية للمحطات-----	٢-٦
١٤٠	مقارنة بين نسبة مساحة كل عنصر من العناصر المعمارية المكونة للمحطات تحت الأرضية للأمتلة العالمية ومشروع مترو أنفاق القاهرة الكبرى (مشروع محلي)-----	٣-٦

The third section presents international examples of underground stations, including their design approach. The international examples are followed by a presentation of the Egyptian case study. A comparative numeric analysis is applied for the international and local underground Metro stations.

The research concludes by descriptive statistics of the values calculated for both the international examples and the local project. This comparison enables to evaluate the local project and to give recommendations to develop and enhance the architectural design of underground stations.

## ***Abstract***

Worldwide use of subsurface structures has increased substantially over the last two or three decades. Lately attention has been given to urban public transportation that needs improvement and promotion, due to its advantages in comparison with private transportation.

This research aims to investigate architectural design features of public transportation underground stations such as metro, light rail. The research seeks to clarify the architectural design of underground public spaces in a transport station specifically.

First the research presents the economical, environmental, and architectural advantages of underground construction as well as advantages of constructing underground transit systems. It presents a survey of most scientific research in the field.

The second section recognizes the nature of the metro station building itself, its design modes, and the factors affecting their configuration. The research investigates previous experiences in creating pleasant underground environment as much as the efforts to overcome the negative psychological effects of being underground. Architectural spaces for main zones forming the station are presented.

**Architectural and Urban Design Criteria for  
Underground Passengers Stations**

Presented for Master Degree  
In Architecture  
By  
Mey Fawzy Farid Abdul Maksood

Supervised by  
**Dr. Aly Foad El Faramawy**  
Professor of Architecture Design  
Department of Architectural Design

-2001-



# **Architectural and Urban Design Criteria for Underground Passengers Stations**

Presented for Master Degree  
In Architecture

By  
Mey Fawzy Farid Abdul Maksood

Supervised by  
**Dr. Aly Foad El Faramawy**  
Professor of Architecture Design  
Department of Architectural Design

-2001-









